

**ХАРКІВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАДМІНІСТРАЦІЯ
УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ ТА ЇХ ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Тези доповідей

XII регіональної наукової студентської конференції

(25-26 квітня 2012 року)

ХАРКІВ НТУ «ХПІ» 2012

ББК 22.3
А 43
УДК 53.02

Організаційний комітет:

Л.Л. Товажнянський Л.Л., д-р техн. наук, проф., ректор НТУ «ХПІ» (голова);
Є.І. Сокол, д-р техн. наук, проф., перший проректор НТУ «ХПІ» (заступник голови);
А.О. Мамалуй, д-р фіз.-мат. наук, зав. кафедри загальної та експериментальної фізики НТУ «ХПІ» (заступник голови).

Програмний комітет:

А.О. Мамалуй, проф. (голова);
В.К. Якуша, доц. (заст. голови);
І.В. Синельник, доц. (заст. голови);
В.І. Федорченко, доц. (заст. голови);
А.Я. Дульфан, доц. (заст. голови);
О.М. Под'яча, доц. (вч. секретар).

Друкується за рішенням вченої ради НТУ «ХПІ», протокол №12 від 5.04.2012р.

А43 **Актуальні проблеми фізики та їх інформаційне забезпечення**
[Текст]: тези доповідей XII регіон. студ. наук. конф. (25-26
квітня 2012 року) / оргкомітет: Л.Л. Товажнянський (голова)
[та ін.]. – Харків : НТУ «ХПІ», 2012–166с.

У збірнику розглядаються питання, пов'язані з актуальними проблемами фізики у минулому, сучасному та майбутньому.

РЕГЛАМЕНТ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

25 апреля 2012 г., среда

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

12¹⁵ ФИЗИЧЕСКИЙ КОРПУС, 105 АУДИТОРИЯ

Открытие XII региональной студенческой научной конференции
«Актуальные проблемы физики и их информационное обеспечение»

Ректор Национального технического университета
«Харьковский политехнический институт», доктор техн.
наук,
проф. Товажнянский Л.Л.

Первый проректор Национального технического универси-
тета «Харьковский политехнический институт», доктор
техн. наук,
проф. Сокол Е.И.

Зав. кафедрой общей и экспериментальной физики, д-р
физ.-мат. наук, **проф. Мамалуй А.А.**

26 апреля секционные заседания:

12³⁵ 9 ауд У2 **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СЕКЦИЯ**

10⁰⁵ 213 ауд. У2 **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ**

10⁰⁵ 9 ауд. У2 **ИНЖЕНЕРНАЯ СЕКЦИЯ**

10⁰⁵ опт. пр. У2 **СЕКЦИЯ ИСТОРИИ ФИЗИКИ**

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

12¹⁵ ФИЗИЧЕСКИЙ КОРПУС, 105 АУДИТОРИЯ

1. **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И
3D-ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»* 17
Докл.: Д. Козак
Рук.: Э.В. Тихенко, проф. А.А. Мамалуй
2. **ПОЛИТИПНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ
КВАЗИДВУМЕРНОГО МОНОКРИСТАЛЛА 2H-NbSe₂**
Докл. М. Люль
Рук.: проф. А.А. Мамалуй, асс. О.Н. Андреева
3. **ОСОБЕННОСТИ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ И ВОЛНОВЫХ
ПРОЦЕССОВ ЖИДКОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ФОРМЫ СОСУДА**
*Харьковский национальный университет
им. В.Н. Каразина*
Ст...: Ю.Витт, В.Зубарь, А.Клюева, М.Клочко, А.Лага 19
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*
*Рук.: асп. К.А.Минакова,
доц. А.Р. Казачков, доц. В.А. Лыках,
проф. А.А. Мамалуй, проф. Е.С. Сыркин*
4. **ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ И ВИРТУАЛЬНЫЕ
ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ТЕМЕ «ПРЕЛОМЛЕНИЕ
СВЕТА»**
*Харьковский национальный университет
им. В.Н. Каразина*
Ст.: А. Батрак, Т. Бейник, О. Доля, С. Кулиш, 22
А. Алейникова, А. Любенко, В. Молошный
Рук.: доц. А.Р. Казачков, доц. Е.М. Савченко

5. **МОСТЫ ЛЕОНАРДО И ДРУГИЕ НЕОБЫЧНЫЕ АРОЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ**
ХНУ им. В.Н. Каразина
Ст.: Я. Антонова, Е. Гузь, В. Зубарь, Е. Мороз, А. Харлан,
M.Reva, EB Eugenio de Castro, Coimbra, Portugal
Рук.: доц. А.Р.Казачков, ХНУ им. В.Н. Каразина
Dr.I.Reva, Universidade de Coimbra, Portugal
Kateřina Lipertová, Ćirkevní gymnázium, Plzeň, Czech Republic
24
6. **ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ 29В УЛЬТРАЧИСТЫХ УСЛОВИЯХ**
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
Ст.: А.А. Чуприн, Б.Ю. Ветренко
Рук. проф. А.А. Мамалуй
26

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СЕКЦИЯ

12³⁵ 9 аудитория У2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР

1. *Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»* 29
Ст.: А.П. Уткина, И.В. Шкалето
Рук.: доц. В.И Шкалето, доц. Г.И. Копач
2. *Харьковский национальный университет* 32
радиоэлектроники
Ст. Д.С. Корякин
Рук. доц. Е.Н. Коваленко
3. *ХНУ им. В.Н. Каразина, НТУ «ХПИ»* 34
Ст.: М.С. Ключко, асп. К.А. Минакова
Рук.: проф. А.А. Мамалуй, проф. Е.С. Сыркин,
доц. А.А. Рожков
4. *Харьковский национальный университет* 35
им. В.Н. Каразина,
Ст. А. Божко
Рук.: проф. Л.П. Ольховик , асп. К.А. Мозуль
5. *Харьковский национальный университет* 38
им. В.Н. Каразина
Ст. Д. Ефремов
Рук.: проф. Л.П. Ольховик, асп. К.А. Мозуль

- МАГНИТНАЯ АНИЗОТРОПИЯ УЛЬТРАМАЛЫХ
НАНОКРИСТАЛЛОВ CoFe_2O_4**
6. *Харьковский национальный университет* 40
им. В.Н. Каразина
Ст. А.В. Ищенко
Рук.: проф. Л.П. Ольховик, асп. К.А. Мозуль
**ПАРАДОКС ЭЙНШТЕЙНА – ПОДОЛЬСКОГО –
РОЗЕНА И КВАНТОВАЯ ТЕЛЕПОРТАЦИЯ
ДАННЫХ**
7. *Национальный технический университет* 42
«Харьковский политехнический институт»
Ст.: Д.С. Пиеничных, И.А. Кобец
Рук.: доц. А.Я. Дульфан, доц. Н.Б. Фатьянова
**БЕСКОНТАКТНЫЙ ТЕПЛОВЫЙ КОНТРОЛЬ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ**
8. *Харьковский национальный университет* 44
радиоэлектроники
Ст.: М.А. Шевченко, Е.В. Корниенко
Рук. доц. Р.П. Орёл
**УВЕЛИЧЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ТЕПЛООВОГО
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СОТОВЫХ
КОНСТРУКЦИЙ**
9. *Харьковский национальный университет* 46
радиоэлектроники
Ст. Д.В. Горячевская
Рук. доц. Р.П. Орёл
**ИССЛЕДОВАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ,
ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ТЕПЛОВОМ
НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ СОТОВЫХ
КОНСТРУКЦИЙ КОНИЧЕСКОЙ ФОРМЫ**
10. *Харьковский национальный университет* 48
радиоэлектроники
Ст. Д.А. Беденко
Рук. к.т.н. С.Б. Малик
**РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ
ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОН ИНТЕРЕСА НА ТЕРМОГРАМ-
МАХ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**
11. *ХНУ радиоэлектроники* 51
Ст. Д.В. Горячевская
Рук. доц. С.Б. Малик

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КЛЕМАНА-ДЕЗОРМА

Национальный технический университет «ХПИ»

12. Ст.: М. Гаркушина, Д. Капинос, О. Ресенчук 53
Рук.: ст. пр. А.Н. Андреев, асс. О.Н. Андреева

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОСИ “ЛЕГКОГО
НАМАГНИЧИВАНИЯ” ГЕКСАФЕРРИТА БАРИЯ
СПОМОЩЬЮ ДИФРАКТОМЕТРА**

13. Харьковский национальный университет 61
им. В.Н. Каразина
Ст.: И.В. Мухортова
Рук.: доц. Е.М. Савченко, к. ф.-м. н. Д.В. Толмачев

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ

10⁰⁵ 213 аудитория У2

- ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ
ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ**
1. *Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»* 64
Ст.: Ф.Р. Ахатов, Г.В. Таран
- СОЗДАНИЕ АНИМИРОВАННЫХ РИСУНКОВ ДЛЯ
ЛЕКЦИОННЫХ ДЕМОСТРАЦИЙ ПО ФИЗИКЕ**
2. *Национальный технический университет «ХПИ»* 67
Ст.: А.Ю. Битюков, Н.А. Колодяжный, Н.А. Ковалева
Рук. доц. И.В. Синельник
- ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОЙ
ОПТИКИ**
3. *Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»* 68
Ст. Д.В. Севрюков
Рук. с.н.с. П.Ю. Першин
- МЕТРОЛОГІЧНИЙ ТРИКУТНИК**
4. *Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»* 70
Ст. М. Ю. Бурдина
Рук. М.В. Москалец
- ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ТРУБОПРОВОДОВ
ТЕПЛОВЫМ МЕТОДОМ**
5. *Харьковский национальный университет
радиоэлектроники* 71
Ст. Н.А. Костина
Рук. доц. С.Н. Мешков
- МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ СНЕЖИНОК**
6. *Национальный технический университет «ХПИ»* 74
Ст.: Д.М. Главчев, О.К. Цebro
Рук. доц. И.В. Синельник
- МОЛЕКУЛЯРНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА:
ФИЗИКА И ХИМИЯ**
7. *Национальный технический университет «ХПИ»* 75
Ст. Ю.Б. Липиса
Рук. доц. В.А. Лыках

- ПОЛИГРАФ-СРЕДСТВО ПРОТИВ ЛЖИ**
8. *Национальный технический университет «ХПИ»* 80
Ст. А.В. Демченко
Рук. доц. Ю.В. Меньшов
- ОТРАБОТАВШИМ БЛОКАМ ПИТАНИЯ
ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ –
НОВУЮ ЖИЗНЬ**
9. *Национальный технический университет «ХПИ»* 81
«Харьковский политехнический институт»
Ст. Б. Бравичев
Рук. проф. Ю.И. Подъячий
- КУЛЬОВА БЛИСКАВКА**
Харківський національний університет
10. *ім. В.В. Докучаєва* 85
Ст. О. Крюков
Кер. ст. викл. Є. А. Пивовар
- ФОТОХРОМИЗМ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ**
Национальный технический университет
11. *«Харьковский политехнический институт»* 86
Ст. Д.В. Петров
Рук. доц. Т.И. Храмова, ст. пр. С.С. Кривонос
- МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ В НЕЛИНЕЙНОЙ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ**
12. *Национальный технический университет* 87
«Харьковский политехнический институт»
Ст. Д.А. Хмеленко
Рук.: доц. И.В. Синельник, ст. пр. Н.Е. Оверко
- МИЛЬНІ БУЛЬБАШКИ**
ХНАУ ім. В.В. Докучаєва
13. *Ст. О. Рідкокаша* 90
Кер.: ст. викл. Є. А. Пивовар
- МИРАЖ**
Харьковский национальный университет
14. *ім. В.В. Докучаєва* 91
Ст. Я. Свергун
Рук. ст. пр. Е.А. Пивовар
- СКАНИРУЮЩИЙ ТУННЕЛЬНЫЙ МИКРОСКОП**
ХНАУ ім. В.В. Докучаєва
15. *Ст. А.А. Надточая* 92
Рук. пр. А. А. Онищенко

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕКЦИЯ

10⁰⁵ 9 аудитория У2

- СЧЁТЧИК ГЕЙГЕРА-МЮЛЛЕРА**
Национальный технический университет
1. «Харьковский политехнический институт» 93
Ст. Е.Ю. Колесник
Рук. доц. Л.Г. Петренко
- МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ**
Национальный технический университет
2. «Харьковский политехнический институт» 95
Ст. О.В. Семененко
Рук. доц. В.В. Стариков
- ИОНИСТОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНИКЕ**
Национальный технический университет
3. «Харьковский политехнический институт» 98
Ст.: А.С. Епифанова, А.А. Олейник
Рук.: доц. Ю.Г. Окладной, доц. В.К. Якуша
- СОВРЕМЕННАЯ ВЕТРЯНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**
Национальный технический университет
4. «Харьковский политехнический институт» 101
Ст. Пидгорецкий С.П.
Рук. доц. Петренко Л.Г.
- ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЗАКОНА
БИО – САВАРА - ЛАПЛАСА**
Национальный технический университет
5. «Харьковский политехнический институт» 103
Ст.: В.В. Дыга, А.В. Серета
Рук. доц. М.В. Лебедева
- ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**
Национальный технический университет
6. «Харьковский политехнический институт» 105
Ст.: П.С. Чаркин, Ю.Э. Зюзгина
Рук. доц. Е.Н. Подъячая
- О МАГНИТНОМ ПОЛЕ ЗЕМЛИ**
Национальный технический университет «ХПИ»
7. «Харьковский политехнический институт» 110
Ст.: В.В. Пахомова
Рук.: доц. Т.Н. Шелест, ст. пр. С.С. Кривonos

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ПРОЕКТ ИТЭР

8. *Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»* 112
Ст.: Д.П. Фрадкина.
Рук.: доц. В.К. Якуша, доц. Ю.Г. Окладной
ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА
Харьковский национальный аграрный
9. *университет им В.В. Докучаева* 114
Ст. А. С. Самойлов
Рук. доц. С.С. Авотин
**РАСЧЕТ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРОННО-
ЛУЧЕВОЙ ТРУБКИ**
10. *Национальный технический университет* 116
«Харьковский политехнический институт»
Ст.: А.А. Стеблевец, И.Р. Шницор
Рук.: Е.Н. доц. Подъячая, асс. Г.Ю. Подъячий
**ЭФФЕКТ САНЬЯКА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В
ТЕХНИКЕ**
11. *Национальный технический университет* 119
«Харьковский политехнический институт»
Ст.: Е.В. Малаглова, М.А. Паиук
Рук.: доц. Ю.Г. Окладной, доц. В.К. Якуша
ИМПУЛЬС ТЕЛА
Харьковский национальный аграрный
12. *университет им В.В. Докучаева* 122
Ст. А.В. Альохина
Рук. доц. С.С. Авотин
«БЛИНЧИКИ» НА ВОДЕ
Харьковский национальный университет
13. *им. В.В. Докучаева* 124
Ст. В. Суркова
Рук. ст. пр. Е. А. Пивовар
КПННН ВОДИ
Харківський національний університет
14. *ім. В.В. Докучаєва* 125
Ст. О. Шинкаревич
Кер. ст. викл. Є. А. Пивовар

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА

15. *ХНУ им. В.В. Докучаева* 126
Ст. Г. Живолуп

Рук. пр. А.А. Онищенко

ДЕЙСТВИЕ ПЕРЕГРУЗОК НА ЧЕЛОВЕКА

16. *Харьковский национальный аграрный* 127
университет им В.В. Докучаева

Ст.Р.В. Ермаков

Рук. доц. С.С. Авотин

СЕКЦИЯ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

10⁰⁵ оптический практикум У2

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ПЛАНЕТ

1. *НТУ «ХПИ»* 128
Ст.: В.В. Пахомова
Рук.: доц. Т.Н. Шелест, ст. пр. С.С. Кривонос

ЗАГАДКИ НЕЙТРИНО

- Национальный технический университет «ХПИ»*
2. *Ст. Е.В. Давыденко* 129
Рук.. доц. Л.Г. Петренко

СВЕТОТЕХНИКА – ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

- Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»*
3. *Ст.: А.А. Щербак* 131
Рук.: асс. Е.Б. Алмазова

РЕАКТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ И ИСТОРИЯ ЕГО РАЗВИТИЯ

- Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»*
4. *Сл.: С.И. Бахчеджи* 134
Рук.: доц. В.И. Белозерцева

ДМИТРИЙ ЗЕЛИНСКИЙ И ПРОТИВОГАЗ

- Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»*
5. *Ст.: А.Р. Алмакаева, Л.Р. Шевченко* 137
Рук.: доц. Ю.Г. Окладной, доц. В.К. Якуша

КОНДРАТЮК Ю. В. – ОДИН ИЗ ПИОНЕРОВ РАЗРАБОТКИ ОСНОВ КОСМОНАВТИКИ

- Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»*
6. *Ст. М.С. Яковлюк* 140
Рук. доц. В.И. Белозерцева

ИОНИСТОР – НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ НА СОВРЕМЕННОМ ТАНКЕ «ЛЕКЛЕРК»

7. *Ордена Красной Звезды факультет военной подготовки НТУ «ХПИ»* 141

Курс.: М.П. Гребенюк, Е.А. Свинченко

Рук.: доц. В.О. Повгородний, доц. С.А. Сладких, доц. П.А. Бондарук

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ – ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

8. *Национальный технический университет* 144

«Харьковский политехнический институт»

Ст. Е.Н. Резниченко

Рук. доц. Г.И. Копач

ФРАНЦУЗСКИЙ ТАНК «ЛЕКЛЕРК» – ПЕРВЕНЕЦ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ БРОНЕТЕХНИКИ СТРАН ЕВРОСОЮЗА

9. *Ордена Красной Звезды факультет военной подготовки-НТУ «ХПИ»* 147

Курс.: М.П. Гребенюк, Е.А. Свинченко

Рук.: доц. В.О. Повгородний., п-к С.А. Сладких, доц. П.А. Бондарук

РОЛЬ О.О. ЛАВРЕНТЬЕВА В ІСТОРІЇ ЯДЕРОЇ ФІЗИКИ

10. *Національний технічний університет* 148

“Харківський політехнічний інститут”

Курс. В.А. Вінницький

Рук. доц. Н.Л. Дьяконенко

ИСКУССТВЕННЫЙ ФОТОСИНТЕЗ

Харьковский национальный аграрный

11. *университет им В.В. Докучаева* 150

Ст.: К.А. Васичкова, Д.М. Тептюк

Рук. доц. С.С. Авотин

ЛІФТ У КОСМОС

Національний технічний університет

12. *“Харківський політехнічний інститут”* 151

Курс. А.О. Стецюк

Рук. доц. Н.Л. Дьяконенко

- СКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ – БУДУЩЕЕ
ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА**
13. *Национальный фармацевтический университет* 154
Ст. Мнемба Бенедикт
Рук. доц. С.С. Авотин
- ПРИБОРЫ НАБЛЮДЕНИЯ И ПРИЦЕЛИВАНИЯ
СОВРЕМЕННОГО ТАНКА**
14. *Ордена Красной Звезды факультет военной подготовки* 155
НТУ «ХПИ»
Курс.: А. Зимбицкий
Рук.: доц. В.О. Повгородний, доц. С.А. Сладких
- АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА**
15. *Ордена Красной Звезды факультет военной* 156
подготовки НТУ «ХПИ»
Курс.: В.Попов
Рук.: доц. В.О. Повгородний, доц. С.А. Сладких
- ПЕРВОМУ ДОСТИЖЕНИЮ УКРАИНСКИХ
ЯДЕРЩИКОВ - 80**
16. *Национальный технический университет* 158
«Харьковский политехнический институт»
Ст. Л.В. Коваль
Рук. доц. Ю.Г. Окладной
- ВЛИНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА
ИСТОРИЮ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА**
17. *Национальный технический университет* 159
«Харьковский политехнический институт»
Ст. Н.А. Пидручная
Рук. доц. А. Г. Лазаренко
- МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕЙВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯ-
ЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ**
18. *Харьковский национальный экономический университет* 161
Ст. Н.В. Гнидаш
Рук.: доц. А.В. Дорохов
- НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭКО-
ЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРОМЫШ-
ЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**
19. *Харьковский национальный экономический университет* 166
Ст. Н.В. Гнидаш
Рук.: доц. А.В. Дорохов

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И 3D-ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Докл.: Д. Козак

Рук.: Э.В. Тихенко, проф. А.А. Мамалуй

В начале XXI века компьютерные технологии вышли на столь высокий уровень, что стало доступным исследование различных научно-технических задач путем решения математических уравнений, описывающих довольно сложные условия эксперимента, с одновременным выводом на экран монитора полученных результатов в виде последовательности статичных изображений, которые можно записать и использовать как видеофильм. 3D-визуализация физических процессов позволяет наблюдать за любыми деталями компьютерного эксперимента в любых точках пространства и времени, которые допустимы в рамках граничных условий задачи.

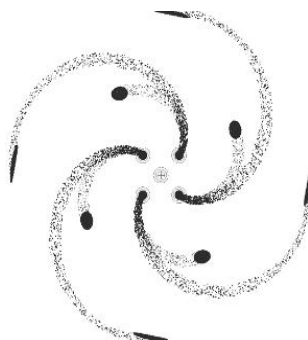
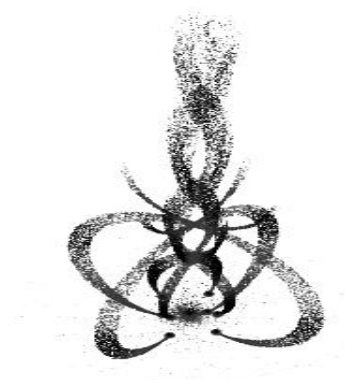
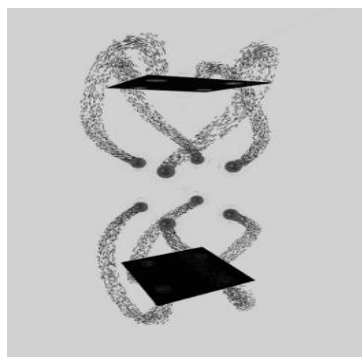
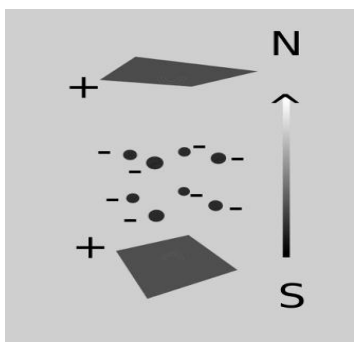
В качестве материальной и научно-технической базы в работе использованы разработки и оборудование фирмы «Укркоминтел». Технические параметры компьютерной установки: 12 Гб оперативной памяти, 8 процессоров Intel Core i7-2600 CPU 3,40 GHz.

Для выполнения данной работы использовалось только программное обеспечение под лицензией GNU GPL (в соответствии с идеологией Ричарда Столлмана) и авторские программы фирмы "Укркоминтел" на языке Python.

В качестве демонстрации результатов работы, для данного доклада были выбраны компьютерные эксперименты, в которых изучалось поведение заряженных частиц, помещенных в область пространства, где действует суперпозиция сил стационарных электрического и магнитного полей. Эмиссия заряженных частиц происходила с поверхности восьми одноименно заряженных сфер, которые были закреплены в углах виртуального куба. По оси Z был направлен вектор магнитного поля B . На некотором расстоянии от эмитирующих сфер перпендикулярно оси Z были расположены две плоскости, которые обладали зарядом противоположного знака и создавали электрическое

поле E , притягивающее частицы эмитирующие со сфер. В процессе варьирования направлений и величин магнитного и электрического полей изучалось поведение заряженных частиц и записывались результаты 3D-визуализации в виде последовательностей изображений. Приведенные ниже кадры иллюстрируют сколь различны могут быть траектории движения заряженных частиц при различных значениях векторов электрического и магнитного полей.

В результате выполненной работы были созданы более 30 видеофильмов (в качестве HD 1920×1080) с записями 3D-визуализаций физических процессов из различных разделов физики, изучены технологические особенности данного метода научных исследований и обнаружен ряд перспективных направлений для использования 3D-визуализации физических процессов в образовательных и научно-исследовательских целях на кафедре ОЭФ НТУ "ХПИ".



ПОЛИТИПНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ КВАЗИДВУМЕРНОГО МОНОКРИСТАЛЛА $2H-NbSe_2$

Докл. М. Люль

Рук.: проф. А.А. Мамалуй, асс. О.Н. Андреева

Низкоразмерные системы относятся к интересному и важному с практической точки зрения типу веществ. Ряд НРС обладает уникальными структурными, электрофизическими, магнитными, оптическими, механическими и химическими свойствами. Что в свою очередь дало возможность использовать объекты такого рода в ряде новых областей техники, таких, например, как электроника, использующая приборы с волной зарядовой плотности, накопители водорода в мобильных устройствах преобразования энергии (топливных ячейках) и т. д.

С теоретической точки зрения халькогениды переходных металлов являются модельными объектами для исследования физических явлений, присущих системам с пониженной размерностью.

Поскольку существенное влияние на свойства низкоразмерных систем оказывают, точечные дефекты различного рода, то становится актуальной проблема изучения влияния точечных дефектов не только с точки зрения их влияния на физические свойства НРС, но и устойчивость самой кристаллической решётки.

Работа посвящена теоретическому изучению влияния собственных точечных дефектов на структуру и свойства низкоразмерных систем, на примере двумерного монокристалла $2H - NbSe_2$.

В результате исследований, построены пространственные модели элементарной ячейки $2H$ и $4H$ политипов $NbSe_2$ и показана невозможность перехода $2H - NbSe_2 \rightarrow 3R - NbSe_2$, так как при этом должна происходить сложная модификация кристаллической решётки (шестиугольник, лежащий в основании элементарной ячейки должен преобразоваться в ромб).

Для подтверждения, либо опровержения выдвинутых гипотез, необходимо провести экспериментальные исследования изменения структуры кристалла в ходе температурной обработки.

ОСОБЕННОСТИ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ И ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ ЖИДКОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМЫ СОСУДА

*Харьковский национальный университет
им. В.Н. Каразина*

Ст.: Ю.Витт, В.Зубарь, А.Клюева, М.Клочко, А.Лага

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Рук.: асп. К.А.Минакова,
доц. А.Р. Казачков, доц. В.А. Лыках,
проф. А.А. Мамалуй, проф. Е.С. Сыркин*

Изучение явлений, происходящих в движущейся жидкости в обобщающихся сосудах, имеет давнюю историю, и, тем не менее, не утратило актуальности до нашего времени. Более того, в последнее время интерес к этим явлениям существенно возрос. Такие исследования чрезвычайно важны как для фундаментальных проблем, так и в прикладных целях. Достаточно упомянуть такое свойство, как возможность жидкости проходить определённый барьер без дополнительных факторов, связанных с механическим внешним воздействием или давлением окружающей газовой среды (проявление так называемых сифонных свойств). Целью наших исследований является изучение собственных свободных колебаний жидкости в системах сообщающихся сосудов, в том числе и сифонный механизм.

В настоящей работе в качестве первого шага рассмотрено движение жидкости, происходящее внутри сообщающихся вертикальных сосудов, соединённых горизонтальной трубкой (без выливания и фонтанирования). Используя аналогично с различными физическими явлениями (математический маятник, пружинный маятник, упругие волны), удаётся выяснить многие любопытные особенности рассматриваемой системы.

В представленной работе рассматривается идеальная несжимаемая жидкость, находящаяся в U-образном сосуде в поле земного тяготения. Геометрия рассматриваемой системы приведена на рисунке 1, где H_0 – высота равновесного уровня жидкости, H – отклонение от равновесного положения, S – сечение трубки, l – длина соединительной горизонтальной части. В данной работе показано, что длина l определяет многие исключительно важные свойства.

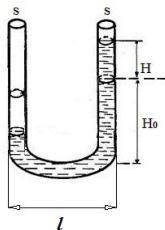


Рис. 1. Геометрия системы.

Для получения уравнения движения жидкости такой системы мы воспользовались формализмом Лагранжа и получили:

$$(2H_0 + l)\ddot{h} + 2gh = 0 \quad (1)$$

Полученное уравнение - стандартное уравнение гармонических колебаний. Поэтому можно воспользоваться аналогией с различными физическими системами (математический маятник, пружинный маятник, упругие волны), что позволило детально изучить свойства рассматриваемой системы. В результате анализа выяснилось, что особенно любопытна роль соединительной трубки.

Также рассматривался фазовый портрет колеблющейся жидкости, аналог пружинного маятника. Интеграл движения системы $\frac{m\dot{h}^2}{2} + \frac{\gamma h^2}{2} = w$ - это полная энергия, колеблющейся жидкости (пружинного маятника) на фазовой плоскости (h, \dot{h}) траектория движения системы - набор эллипсов.

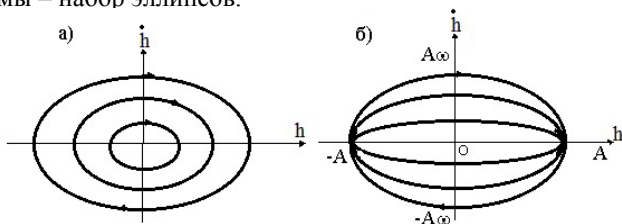


Рис.2. Фазовые портреты (а) и (б) - с переменной амплитудой и длиной системы соответственно.

Было рассмотрено поведение бегущих волн в сосудах с поверхностью эллиптического сечения, в одном из фокусов которого помещен источник бегущих волн. С помощью компьютерной анимации построены модели эволюции волнового фронта. Наблюдалась периодическая перекачка энергии между фокусами. Другими словами, если источник возбуждения помещен в одном из фокусов, то волна «уже знает» о наличии второго фокуса. (Аналог проявления квантового миража в электронных свойствах металлов).

ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ И ВИРТУАЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ТЕМЕ «ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА»

Харьковский национальный университет

им. В.Н. Каразина

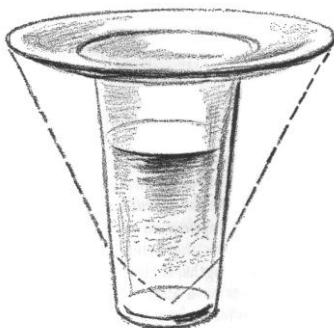
Ст.: А. Батрак, Т. Бейник, О. Доля, С. Кулиш,

А. Алейникова, А. Любенко, В. Молошный

Рук.: доц. А.Р. Казачков, доц. Е.М. Савченко

В данной работе был изучен ряд интересных явлений, связанных с падением света на границу раздела сред, обладающих различными показателями преломления. Эти учебные исследования выполнялись в рамках самостоятельной работы студентов химического факультета ХНУ, изучающих курс общей физики, на занятиях спецкурса *Компьютерное моделирование физических процессов* и в ходе ассистентской практики студентов физического факультета. В частности, были экспериментально воспроизведены и детально исследованы несколько эффектных оптических иллюзий, имеющих строго физическую (а не физиологическую, как у многих интересных иллюзий) природу.

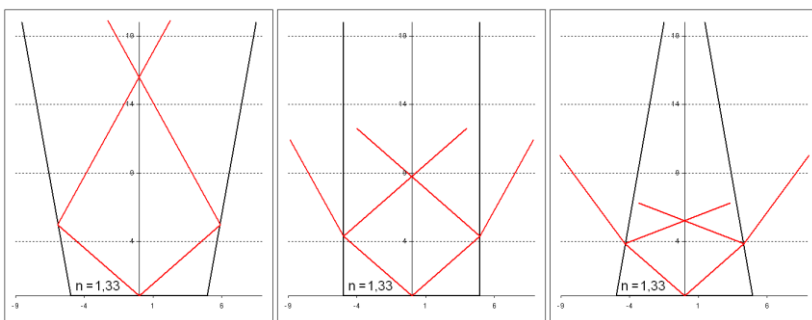
Особое внимание было уделено знаменитой иллюзии «исчезновения» небольшого объекта (марки) под стаканом воды, накрытым блюдцем [1].



Используя сосуды различной формы, в частности, химические стаканы с вертикальными и наклонными стенками, конические и сферические колбы, удалось реализовать серию сценариев прохождения света через такие оптические системы, а также обратить ход лучей. В ре-

зультате можно было наблюдать увеличенное изображение марки (случай сферической колбы) или полностью скрыть ее (например, под параллелепипедом из пластика с показателем преломления $n = 1,5$).

Анимационная компьютерная модель, созданная в *Excel* при использовании специальных макросов [2], позволила виртуально варьировать наклон стенок сосудов, величину показателей преломления сред внутри и вне сосуда, переходя от полного внутреннего отражения света (на рис. слева) к пропускания, делающему монету видимой под определенными углами наблюдения.



При апробации в условиях аудиторных занятий большой интерес студентов вызвали *телеидоскопы* [3] – оптические устройства, являющиеся своего рода рефракционными аналогами широко известных калейдоскопов. Явление полного внутреннего отражения света было детально изучено на примере нестандартных световодных систем. В качестве таковых использовались прозрачные пластиковые линейки, трубки, спортивные скакалки, компакт-диски, струя жидкости (*эффект Тиндаля*), а в качестве источников света – красная и фиолетовая лазерные указки. Были найдены условия, при которых невозможен «захват» узкого горизонтально направленного лазерного луча струей воды, истекающей из отверстия в сосуде. Экспериментальная проверка данных расчетов была проведена с использованием видеоклипа *Laser Waterfall* проекта *The Video Encyclopedia of Physics Demonstrations* [4].

Авторы искренне благодарны Кристоферу Чиаверина (США) за методическую и приборную поддержку.

1. M.Gardner. *Entertaining Science Experiments with Everyday Objects*. Dover, NY, 1981.
2. А.Р. Казачков, С. Аверков, О. Игнатова. Применение анимации в электронных таблицах *Excel* при решении задач по физике. *Материалы студенческой конференции «Актуальные проблемы физики и их информационное обеспечение»*, Харьков, НТУ «ХПИ», 2007.

МОСТЫ ЛЕОНАРДО И ДРУГИЕ НЕОБЫЧНЫЕ АРОЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

ХНУ им. В.Н. Каразина

*Ст.: Я. Антонова, Е. Гузь, В. Зубарь, Е. Мороз,
А. Харлан,*

M.Reva, EB Eugenio de Castro, Coimbra, Portugal

Рук.: доц. А.Р.Казачков, ХНУ им. В.Н. Каразина

Dr.I.Reva, Universidade de Coimbra, Portugal

*Kateřina Lipertová, Církevní gymnázium, Plzeň, Czech
Republic*

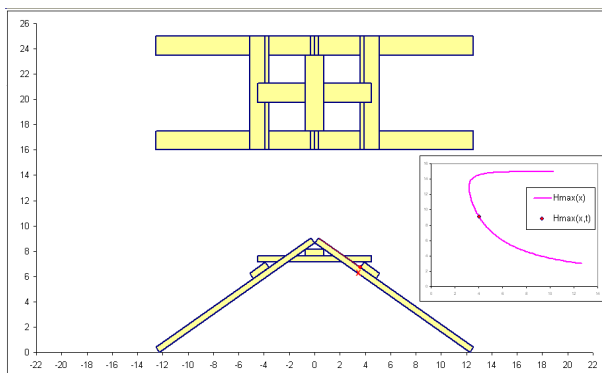
Замечательным свойством арочных конструкций является то, что под воздействием вертикальной нагрузки они испытывают преимущественно (в случае арки в форме перевернутой цепной линии – только) сжатие, а не изгиб или излом, как прямые балки. Благодаря этому арочные своды обладают беспрецедентной прочностью, даже если они построены из хрупких материалов. Так, птичьи яйца несмотря на хрупкость их скорлупы, выдерживают гигантскую статическую нагрузку, десятки килограммов в случае сырых куриных яиц, см. например, видеоклип [1]. Другим впечатляющим примером естественных арок являются гигантские природные образования из песчаника на территории Национального парка арок (*Arches National Park*) в шт. Юта, США.

Перераспределение арочными конструкциями вертикальной нагрузки позволяет строить их из отдельных, не скрепленных никаким связующим, блоков. Воздвигнутые еще до новой эры таким образом каменные и кирпичные своды зданий и пролеты мостов работают под нагрузкой и в наше время. В сочетании с высокой эстетичностью арочных деталей и конструкции, их прочностные свойства делают арки популярными элементами зданий, мостов, других архитектурных и инженерных объектов. Следует отметить, что арочные конструкции широко используются не только в основании зданий, а и в других ролях, вплоть до кровельных материалов. В качестве моделей таких строительных элементов нами были изготовлены из листов бумаги гофрированные конструкции, с успехом испытанные под нагрузкой как мостики и несущие колонны. Сложенные аналогичным образом бумажные веера прекрасно выдерживают и значительную динамическую нагрузку, создаваемую сопротивлением воздуха при их движении.

Другое применение веерно-арочные конструкции нашли в химических лабораториях: так называемые складчатые бумажные фильтры не позволяют бумаге принять форму воронки и замедлить процесс фильтрования. Отметим, что, эффективные с органическими растворителями, такие бумажные фильтры быстро теряют форму в воде.

Один из интереснейших арочных дизайнов был предложен гениальным Леонардо да Винчи и носит его имя – *мост Леонардо*. Для построения такого прочного быстро возводимого и разбираемого деревянного моста не требуется ни веревок, ни железных креплений. Конструкция моста позволяет не только преобразовать прикладываемую к нему вертикальную нагрузку в горизонтальную (распор), но и погасить ее без использования специальных устройств. В результате этого мост Леонардо совершенно «автономен» и может быть установлен даже на зеркально гладкой поверхности. Серия творческих проектов по строительству и исследованию свойств мостов Леонардо была осуществлена школьниками и студентами в Чехии, Португалии, Мексике и Украине. Фотографии мостов, выдерживающих вес нескольких человек, приведены в статье [2] и в фотогалерее проекта *Heureka* [3].

Геометрия трансформируемого моста Леонардо исследовалась с использованием анимационных компьютерных моделей [4] при сравнении с натурными измерениями длины и высоты мостов, построенных из деревянных линеек размером 2x20x200 и 4x20x200мм.



1. *Egg Crusher*. The Video Encyclopedia of Physics Demonstrations. <http://www.physicsdemos.com/>.

2. K. Lipertová. Leonardův samonosný most. *Dílňy Heuréky* 2008. Prometheus, Praha, 2008

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ В УЛЬТРАЧИСТЫХ УСЛОВИЯХ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: А.А. Чуприн, Б.Ю. Ветренко

Рук. проф. А.А. Мамалуй

В настоящее время особый интерес представляют исследования физических свойств квазипериодических металлических сред, так называемых квазикристаллов. Квазикристаллы (КК) являются новым классом веществ, которые занимают промежуточные положения между аморфными и совершенными кристаллами. Характерным для КК является наличие ориентационного дальнего порядка и кристаллографическая симметрия 5го порядка, что является аномальным для всех известных кристаллических систем. Автору открытия и изучения физических свойств квазикристаллов, Д. Шехтману, присуждена Нобелевская премия по химии в 2011 году.

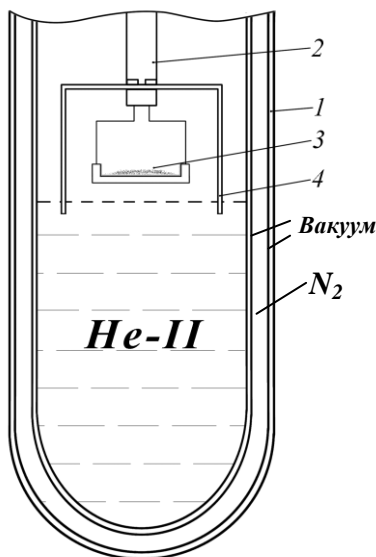


Рис.1 Камера для термообработки,
продольный разрез.

Изготовление квазикристаллических объектов обычно проводится с использованием термообработки сплавов, которая включает в себя длительный отжиг и скоростную закалку в чистых условиях. В настоящее время таким способом приготовлены КК сплавы системы Ti-Zr-Ni, Al-Cu-Fe [1,2]. Изготовление таких, и подобных систем, предусматривает высокочистые условия для термообработки.

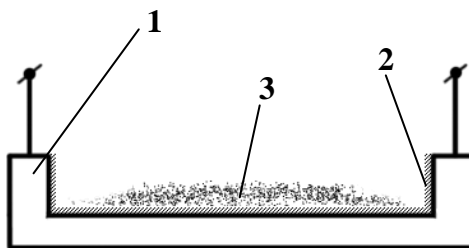


Рис.2 Ванночка с обрабатываемым объектом.

- 1 – Подложка из вольфрама, нагреваемая проходящим током, с термообрабатываемым объектом. 2 – керамическая прокладка.
3 – термообрабатываемый сплав.

Из всех известных до настоящего время технологий термообработки, наиболее чистыми условиями обладает технология термообработки в среде сверхтекучего гелия (He-II)[3,4], в условиях, которые эквивалентны вакууму 10^{-12} Па по водороду (H_2).

Доклад посвящен изложению технологии термообработки в сверхтекучем гелии (He-II), которая может быть применена для создания новых систем квазикристаллов из особо чистых веществ.

Сущность технологии

Сущность технологии – обеспечение отжига и закалки образца в условиях сверхвысокого вакуума.

Это достигается тем, что на штоке (2) в перевернутом положении закреплен тонкостенный стакан (4) из материала с высокой теплопроводностью, например меди, погруженный нижними кромками в жидкий гелий, и образец (3) расположен внутри этого стакана.(рис.1)

Криогенная камера содержит криостат (1) с жидким азотом и жидким гелием и размещенный в нем на подвижном штоке (2) обрабатываемый объект (3) из тугоплавкого материала или сплава. На штоке (2) в перевернутом положении закреплен тонкостенный стакан (4) из ма-

териала с высокой теплопроводностью, например меди, погруженный нижними кромками в жидкий гелий, и объект (3) расположен внутри этого стакана.

Объект (3) раскаляется импульсом электрического тока до предплавильных температур и в течение необходимого времени отжигается и обезгаживается. Затем объект (3) при помощи опускания штока (2) погружается в жидкий гелий на 3 – 5 см ниже его уровня. При этом вокруг образца образуется «прокладка» из слоя газообразного $\text{He}(T \sim T_{\text{обр}})$, слоя жидкого $\text{He}(T \sim 4,2\text{K})$ и ванны $\text{He-II}(T \sim 1.5\text{K})$. Такой высокотемпературный обжиг ($T \sim 3000 \div 3500\text{K}$) может сосуществовать с ванной He-II [3,4] некоторое время (3-5с) при наличии интенсивной откачки паров He . При включении тока подогрева образец (3) закаливается со скоростью $10^4\text{-}10^5$ град/сек [4]. Температура стенок стакана (4) определяется температурой жидкого гелия. Активная газовая примесь, идущая в область, охлажденную гелием, конденсируется на внешней поверхности стакана (4), представляющего собой разгерметизированный конденсационный насос, работающий в балластной атмосфере инертного газа.

Таким образом, обеспечиваются чистые вакуумные условия для отжига металлов и сплавов, чувствительных к активным газам. При этом вследствие отсутствия прямого контакта образца (3) с жидким гелием возможно длительное пребывание образца при предплавильных температурах.

Технология успешно применялась для термообработки сверхчистых образцов тугоплавких металлов ($\text{W}, \text{Mo}, \text{Nb}, \text{Ni}$). Результаты исследований приняты НБС США в качестве эталонных.

Литература

- 1 – *Квазикристаллы – новая атомная структура твердого тела и материалы с комплексом необычных возможностей.* // Вестник НАН Украины №1 2012г. стр. 1-13
- 2 – В.М. Ажажа, С.В. Малыхин, Б.А. Мерисов, А.Т. Пугачев, Г.Я. Хаджай, *Особенности структуры и свойств Ti-Zr-Ni-квазикристаллов.* // Вопросы атомной науки и техники №6 2009г. Раздел третий. Физика и технология конструкционных материалов стр. 115-125
- 3 – А.А. Мамалуй, *Криогенная вакуумная камера* // АС №566959 3.08.1977г.
- 4 – Mamalui A.A., Pervakov V.A., Khotkevich V.I. // Phys. Stat. Sol. – 1975. – V.29, K21

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СЕКЦИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: А.П. Уткина, И.В. Шкалето

Рук.: доц. В.И Шкалето, доц. Г.И. Копач

На кафедре ФМЭГ были разработаны приставки к спектрофотометру СФ-46, для измерения коэффициентов отражения методом сравнения. В качестве эталона используется непрозрачный слой алюминия. В реальных условиях на поверхности слоя Al образуется прозрачный оксид Al_2O_3 толщиной от 0,01 до 0,1 мкм в зависимости от условий получения образца и условий его эксплуатации. Следовательно, эталон представляет собой систему Al_2O_3 –Al (прозрачная пленка на поверхности поглощающей подложки). Поэтому значения коэффициента отражения, полученные в результате эксперимента, отличаются от результатов моделирования, даже если при моделировании учитывался слой оксида. Это обусловлено интерференционными эффектами в оксидной пленке.

Бернинг П. Х. [1] изучал влияние второй отражающей поверхности подложки на коэффициенты отражения и прозрачности многослойной системы. При этом подложка рассматривалась как пленка, толщина которой велика по сравнению с длиной волны и в которой при идеальных условиях наблюдались бы интерференционные эффекты. В действительности, свет на выходе из монохроматора не идеально монохроматичен, падающий на образец световой пучок, как правило, не представляет собой плоскую волну, кроме того, в большинстве случаев существуют небольшие локальные вариации толщины подложки, что в результате приводит к заметному усреднению коэффициентов отражения и пропускания. Поэтому подложка не ведет себя как элемент многослойной пленочной системы, свойства которого зависят от длины волны, если не учитывать дисперсии показателя преломления.

По этим же причинам значения коэффициента отражения, полученные в результате эксперимента, отличаются от результатов моделирования для исследуемой системы: естественный оксид – поглощающая подложка. Как видно из рис. 1 при моделировании оптических свойств данной структуры вследствие интерференционных явлений на

спектральных зависимостях коэффициента отражения (R) возникают осцилляции.

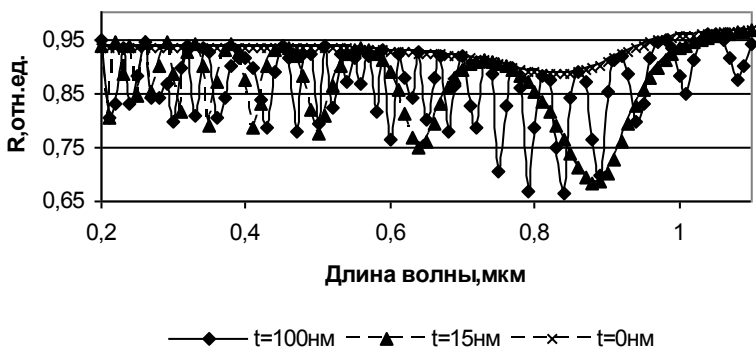


Рис. 1. Значения коэффициентов отражения системы $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Al}$ при различных толщинах пленки Al_2O_3 .

С целью устранения этих осцилляций необходимо проводить усреднение коэффициента отражения для рассматриваемой системы по длине волны λ , чтобы учесть немонохроматичность светового пучка на выходе из монохроматора; по углу падения φ , поскольку световой пучок, падающий на образец, как правило, сходящийся или расходящийся; а также по толщине пленки t , поскольку как поверхность подложки, так и поверхность пленки не являются идеально плоскими. Соотношение для усреднения значения коэффициента отражения системы оксидная пленка $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Al}$ представляет собой тройной интеграл, приведенный в соотношении (1):

$$R(\lambda, \varphi, t) = \int_{\lambda - \frac{\Delta\lambda}{2}}^{\lambda + \frac{\Delta\lambda}{2}} \int_{\varphi - \frac{\Delta\varphi}{2}}^{\varphi + \frac{\Delta\varphi}{2}} \int_{t - \frac{\Delta t}{2}}^{t + \frac{\Delta t}{2}} r(\lambda, \varphi, t) \times r(\lambda, \varphi, t) d\lambda d\varphi dt. \quad (1)$$

где $r(\lambda, \varphi, t)$ - амплитудный коэффициент отражения системы $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Al}$. Разброс по длинам волн $\Delta\lambda$ и углу падения $\Delta\varphi$ светового пучка является характеристикой спектрофотометра. В частности, разброс по $\Delta\lambda$ обусловлен величиной ширины выходной щели на выходе монохроматора и для спектрофотометра СФ-46 может изменяться от 0,15 до 6 нм. Измерения расходимости светового пучка на выходе монохроматора для вертикальной и горизонтальной плоскостей дают значения $\Delta\varphi$ $0^\circ 20' 13,3''$ и $3^\circ 22' 9,7''$ соответственно. Из рис. 2 следует, что усреднение по этим двум параметрам не приводит к уменьшению амплитуды

осцилляций.

Таким образом, появление осцилляций обусловлено, в основ-

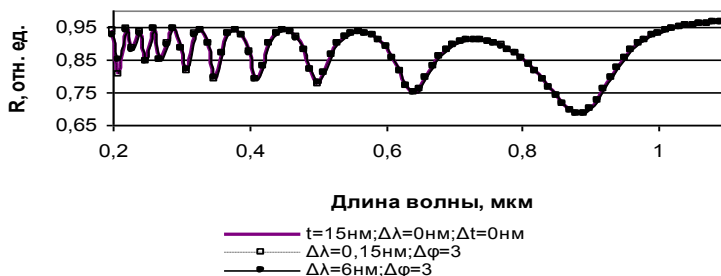


Рис. 2. Усреднение по длине волны и углу падения.

ном, интерференционными эффектами в оксидной пленке. Поэтому усреднение по её толщине позволило уменьшить осцилляции коэффициента отражения. Как следует из рис.3, при разбросе значений толщины пленки до 15 нм небольшие осцилляции еще сохраняются, а при 15 нм и более они практически полностью устраняются.

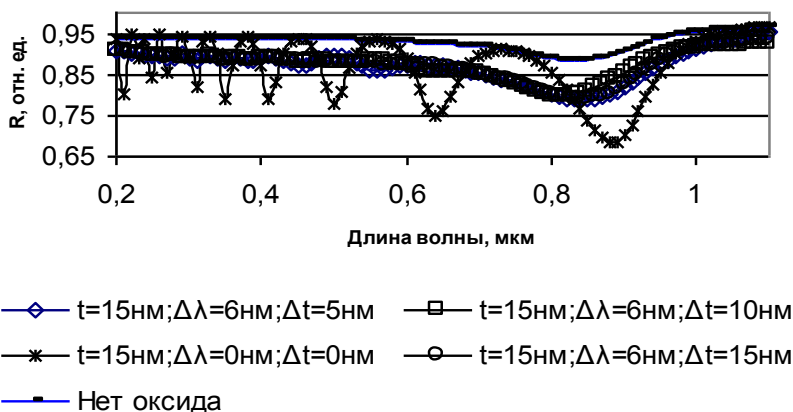


Рис. 3. Усреднение по длине волны, углу падения и толщине оксидной пленки.

1. Бернинг П. Х. Теория и методы расчета оптических свойств тонких пленок. Физика тонких пленок т.1. М. Мир, 1967, с. 91 - 151

ДИСПЕРСИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ CdI₂

Харьковский национальный университет

радиоэлектроники

Ст. Д.С. Корякин

Рук. доц. Е.Н. Коваленко

В настоящей работе измерен спектр пропускания и определена дисперсия показателя преломления тонких пленок CdI₂ в интервале длин волн 300 – 1000 нм.

Соединение CdI₂ принадлежит к слоистым диэлектрикам, состоящим из плотноупакованных пакетов I-Cd-I, внутри которых преобладает ионная связь, а между ними имеет место слабое Ван-дер-ваальсовое взаимодействие.

Тонкие пленки CdI₂ приготавливались путем вакуумного осаждения порошка CdI₂ на нагретые до 80°C кварцевые подложки. Затем образцы отжигались в течение часа при той же температуре. Такой способ приготовления определяет формирование 4Н-политипа CdI₂, так как после отжига все политипы переходят в 4Н-политип. При таком способе приготовления пленки CdI₂ обладают высоким структурным совершенством. Кристаллиты размером в несколько микрометров ориентированы осью \vec{c} перпендикулярно подложке.

Толщина пленок t определялась по спектрам пропускания в области их прозрачности с учетом интерференции света и дополнительно контролировалась с помощью интерферометра Линника. Из спектров пропускания тонкой пленки CdI₂ определена дисперсия показателя преломления $n(\lambda)$ (рис.1) при длинах волн соответствующих интерференционным максимумам и минимумам.

Дисперсия действительной части диэлектрической проницаемости тонких пленок CdI₂ в области прозрачности хорошо описывается формулой Вемпла, соответствующей одноосцилляторной модели

$$\epsilon_1 = n^2 = 1 + \frac{E_d E_0}{E_0^2 - E^2}, \quad (1)$$

где $E = \hbar\omega$, E_0 и E_d – параметры одноосцилляторной модели.

E_0 определяет спектральное положение эффективного осциллятора, связанного с междзонами оптическими переходами, по своему положению величина $E_0 > E_g$ близка к максимуму электронной по-

лосы поглощения. E_d – дисперсионная энергия, характеризующая силу междузонных переходов.

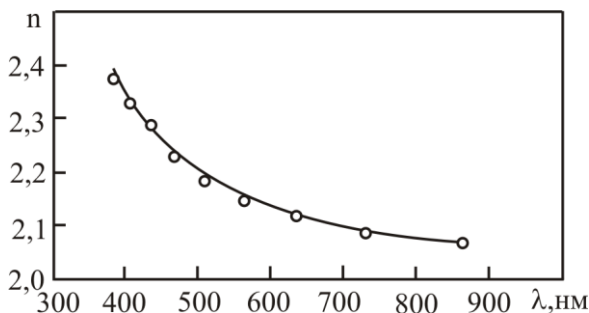


Рис.1. Спектральная зависимость показателя преломления $n(\lambda)$ тонких пленок CdI_2 : точки – эксперимент, сплошная кривая – расчет по ф.(1).

В координатах $(n^2-1)^{-1}$ от E^2 зависимость (1) линейна (рис.2). Обработка экспериментальных данных $(n^2-1)^{-1}$ от E^2 методом наименьших квадратов позволила определить по наклону прямой значение $(E_0E_d)^{-1} = 0,011 \pm 0,0002$, по пересечению с осью ординат значение $E_0/E_d = 0.328 \pm 0,0015$. Отсюда $E_0 = 5,46$ эВ и $E_d = 16,65$ эВ.

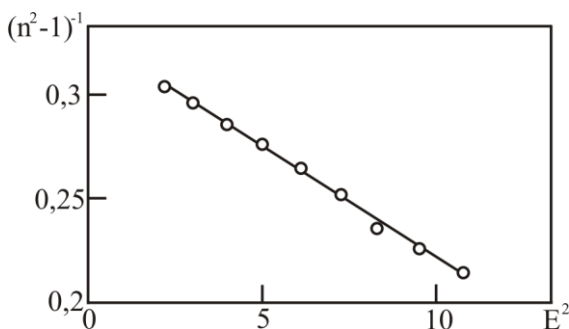


Рис.2. Зависимость $(n^2-1)^{-1}$ от E^2 .

Расчетная зависимость $n(\lambda)$ по ф.(1) с такими значениями E_0 и E_d дает хорошее согласие с экспериментальной зависимостью (рис.1). Аппроксимация ф. (1) к низкоэнергетичному пределу дает значение оптической диэлектрической постоянной $\epsilon_\infty = 1 + E_d/E_0 = 4,05$ в CdI_2 , важной константы, используемой при анализе экситонного спектра соединений.

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОРИЕНТАЦИИ И АДСОРБИРОВАННОГО ПРИМЕСНОГО МОНО- СЛОЯ НА ХАРАКТЕР РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

ХНУ им. В.Н. Каразина, НТУ «ХПИ»

Ст.: М.С. Ключко, асп. К.А. Минакова

Рук.: проф. А.А. Мамалуй, проф. Е.С. Сыркин,

доц. А.А. Рожков

Характеристики поверхностных волн весьма чувствительны к свойствам поверхности, в связи с чем особый интерес представляют чисто сдвиговые поверхностные волны с горизонтальной поляризацией [1, 2]. В случае достаточно симметричной геометрии задачи чисто сдвиговые поверхностные волны отщепляются от волн рэлеевской поляризации и являются однокомпонентными [3]. Мы рассматриваем скалярные модели, то есть модели, в которых смещение является однокомпонентным. Такой подход применим и к рассмотрению спиновых волн в магнитоупорядоченных системах в одномагнетонном приближении.

В настоящем сообщении исследованы законы дисперсии фононов и поверхностных волн в кубическом кристалле. Для чисто сдвиговых волн были найдены законы дисперсии объемных и поверхностных колебаний в случае ориентации поверхности (001), (110), (111) для простого кубического (ПК), гранецентрированного кубического (ГЦК) и объемно-центрированного (ОЦК) кристаллов при учете взаимодействия между ближайшими соседями. Для вычислений использовалась методика, изложенная в работе [4]. Кроме того, были исследованы случаи атомов адсорбированного на поверхности монослоя, и более легких, чем атомы решетки, и более тяжелых. Для легких атомов нами были рассмотрены ситуации с $\frac{m_0}{m} = \frac{1}{2}$ и $\frac{m_0}{m} = \frac{1}{5}$, для тяжелых – $\frac{m_0}{m} = 2$ и $\frac{m_0}{m} = 5$ (здесь m_0 – масса атома адсорбированного монослоя, m – масса атома решетки). В случае легких атомов примесного монослоя, частота поверхностных волн отщепляется от верхней границы сплошного спектра и амплитуда такой волны уменьшаются и осциллирует по мере удаления вглубь кристалла. В случае тяжелых атомов частота поверхностной волны отщепляется от нижней границы сплошного спектра и амплитуда колебаний монотонно убывает по мере удаления от поверхности.

НАНО - И МИКРОДИСПЕРСНЫЕ ФЕРРИТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ С НАМАГНИЧЕННОСТЬЮ МАКРОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛОГА

Харьковский национальный университет

им. В.Н. Каразина

Ст. А. Божко

Рук.: проф. Л.П. Ольховик, асп. К.А. Мозуль

Класс высокодисперсных ферритовых материалов является одним из наиболее востребованных функциональных магнитных материалов. На протяжении многих десятилетий данные материалы традиционно используются в технике в виде подмагничивающей, записывающей и радиопоглощающей среды. В последнее время стремительно развиваются и новые области их применения, такие как биотехнология, фармацевта и медицина.

С расширением функционального назначения ферритового материала (доставка лекарств в локальную область организма вплоть до размеров биологической клетки, высокочувствительная магнитно-резонансная диагностика, магнитная гипертермия и пр.) на смену «магнитной среде», приходит «магнитный наноагент». Такое, функционально оправданное, уменьшение размера ферритовых частиц от микро- к нанометровому масштабу вступает в противоречие с теоретически обоснованным размерным пределом магнитной стабильности частицы (критическим суперпарамагнитным объемом). Вместе с тем, и для магнитоустойчивых частиц с объемами, несколько большими критического (диапазон размеров частиц 50 -100 нм), наблюдается существенное изменение магнитных параметров по сравнению с макроскопическим аналогом. Прежде всего это касается намагниченности насыщения. Так, в зависимости от состава феррита и размера частиц намагниченность насыщения может уменьшиться в два и более раз. Наблюдаемый эффект обусловлен возрастанием долевого вклада структурно-дефектной приповерхностной области кристалла с так называемой «скошенной» магнитной структурой. Таким образом, чем меньше частица, тем больше данный вклад и, соответственно тем ниже намагниченность.

Скомпенсировать потерю намагниченности насыщения при заданном размере частиц впервые предложили авторы патента [1].

Суть данной идеи заключалась в нанесении на поверхность базовой частицы магнитной фазы с более высокой намагниченностью насыщения.

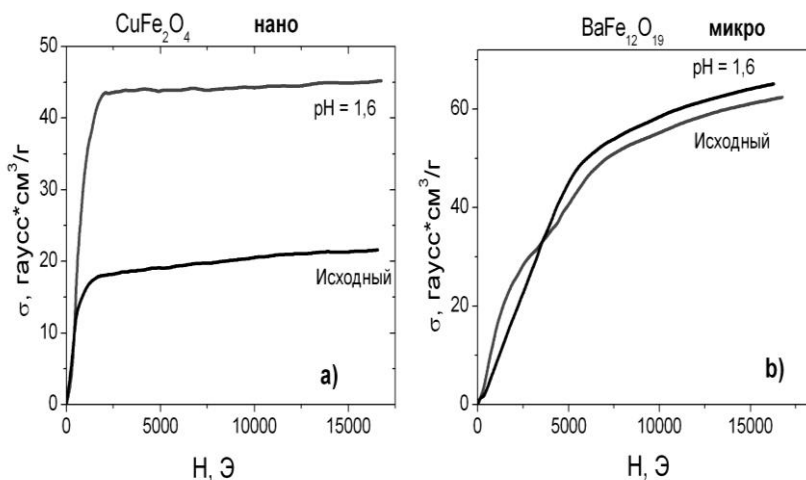
Целью данной работы была разработка более универсального метода обеспечения высокодисперсной системе ферритовых частиц (независимо от их состава, кристаллической и магнитной структуры) намагниченности насыщения на уровне его макроскопического аналога (моно- или поликристалла).

Предлагаемый способ в отличие от известного способа [1] основан на ином принципе. Вместо дополнительного наращивания на базовую частицу нового, более выигрышного по намагниченности поверхностного слоя, устраняется первопричина, приводящая к занижению намагниченности при уменьшении масштабности кристалла, а именно, убирается структурно-дефектный приповерхностный слой со “скошенной” магнитной структурой (полностью или частично). В данной работе эта идея была апробирована на порошковых образцах гексаферрита и феррита структурного типа шпинели, отличающихся дисперсностью (микрочастицы и наночастицы), а также величиной магнитокристаллической анизотропии, соответственно, разным долевым вкладом приповерхностного слоя в частице.

Для удаления ростовой (естественной) поверхности кристаллов и прилежащих к ней слоев использовались агрессивные среды с водородным показателем $\text{pH}=1,6; 5,0; 9,0$. [2].

На рисунке приведены основные кривые намагниченности при 300К до и после обработки порошковых образцов CuFe_2O_4 (a) $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ (b).

Видно, что на кривых намагничивания обработанных порошковых образцов исчезли два основных признака для высокодисперсных систем – высокополевая ненасыщаемость и низкие (относительно макроскопического аналога) значения намагниченности насыщения.



Самый сильный эффект обнаружен для нанодисперсного порошка низкоанизотропного феррита шпинельной структуры, так как долевой вклад приповерхностного слоя велик и составляет ~37% от общего объема частицы. Для микродисперсного порошка гексаферрита эффект увеличения намагниченности гораздо меньше (рис.а) из-за сравнительно малого (5-10%) долевого вклада приповерхностной области. Вместе с тем, в результате обработки микрокристаллов изменился вид основной кривой намагниченности в интервале полей $H < H_a$, а именно, «седловидность» трансформировалась в стандартную зависимость намагниченности от поля, характерную для макроскопического аналога - поликристалла.

Литература:

- [1] Пат. 4919776 США, МКИ В 01 J 19/88, В 05 D 3/06/ Kishimoto Mikiю, Kawai Tomoji, Kawai Shichio; Hitachi Maxell, Ltd. - №356207; Заявл. 24.05.89; опубл. 24.04.90; Приор. 6.07.84, №59-141033 (Япония); МКИ 204/157.4
- [2] А.С. Камзин, Б.Шталь, Р.Геллерт, Г. Клингельхофер, Э.Канкелайт, Л.П.Ольховик, Д. Вчерашний. ФТТ. -2000.- Т.42,вып.5. -С.873-878.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКО-ДИСПЕРСНЫХ ФЕРРИТОВЫХ ПОРОШКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОСОВМЕСТИМОЙ ПОДМАГНИЧИВАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Харьковский национальный университет

им. В.Н. Каразина

Ст. Д. Ефремов

Рук.: проф. Л.П. Ольховик, асп. К.А. Мозуль

В формировании специфических свойств малых частиц, как известно, первостепенное значение имеет размерный фактор. Наиболее наглядно это иллюстрирует зависимость коэрцитивной силы от критических размеров частиц. Независимо от химического состава магнитного материала при уменьшении размера частиц (d) вначале наблюдается рост H_C , а затем спад. Максимум на зависимости $H_C(d)$ отвечает однодоменному состоянию.

В данной работе были поставлены следующие задачи: синтезировать порошковые образцы гексагональных ферритов двух составов ($BaFe_{12}O_{19}$ и $Ca_{0,5}Ba_{0,5}Fe_{12}O_{19}$); провести аттестацию на соответствие модельной системе однодоменных частиц (с применением рентгеновского фазового анализа, электронной микроскопии и основной кривой намагничивания); исследовать основные кривые намагничивания и предельные петли гистерезиса при 300 К.

На примере четырех порошковых образцов разного состава и разной дисперсности экспериментально установлено, что для однодоменных частиц нано- и микродиапазонов наблюдаются существенные различия функциональных магнитных параметров. К основным механизмам, ответственным за данные эффекты, прежде всего можно отнести различный доленой вклад структурно-дефектной приповерхностной области, с так называемой «скошенной магнитной структурой». В результате различная степень неоднородности магнитной структуры частицы в целом отражается на процессах намагничивания и перемангничивания.

Впервые для технологически проблемного состава $Ca_{0,5}Ba_{0,5}Fe_{12}O_{19}$ за счет достижения высокой химической однородности ферритовой шихты, не содержащей флюсовой компоненты (крио-

химическая технология), и оптимизации критически высокой, для получения однодоменных частиц температуры, достигнут самый высокий уровень коэрцитивной силы для реальной системы ферритовых частиц.

В таблице даны характеристика, технология получения и функциональные параметры порошковых образцов ферритов $\text{Me}^{2+}\text{Fe}_{12}\text{O}_{19}$ при 300К.

№	Me^{2+}	Дис-перс-ность:	Техно-логия	I_s , Гс	H_C , кЭ	H_{NC} , кЭ	$(BH)_{\max}$, $10^5 \text{ Гс} \cdot \text{Э}$
1	Ba	микро-	соосаждение из расплава	330	3,6	2,04	9,4
2	Ba	нано-	гριοхимическая	317	5,25	2,15	9,0
3	$\text{Ca}_{0,5}\text{Ba}_{0,5}$	нано-		217	5,25	3,98	4,6
4	$\text{Ca}_{0,5}\text{Ba}_{0,5}$	нано-+микро		281	4,4	2,89	8,45

Таким образом сочетание высоких значений функциональных параметров (намагниченности насыщения (I_s), коэрцитивной силы, максимальной магнитной энергии (BH_{\max})) и улучшенной биосовместимости кальций содержащего феррита позволяют рекомендовать разработанный материал не только в техническую, но и в медико-фармацевтическую практику для создания подмагничивающей среды в виде композиционных ферроэластов, в состав которых входит до 90 % (мас.) магнитной компоненты.

Литература:

- [1] Патент 202276 Украина, МКИ В22, F9/16, H01, F1/11 / И.И. Борисов, Н.М. Борисова, Л.П.Ольховик, М.И. Руденко, С.С.Церевитинов, № 4932383; зарег. 15.11.94. Бюл. №11.
- [2] Патент 1724584 Украина, МКИ C01, G 49/00 / Т.Г. Кузьмичева, Л.П.Ольховик, В.П. Шабатин, №4843538; зарег. 29.06.93. Бюл. №13.
- [3] Ольховик Л. П., Борисова Н. М., Ткаченко М. В., Мозуль К. О., Блажевич С. В., Кузьмичова Т. Г., Черніков С. В., Камзін О. С. Спосіб одержання ультратонких пластинчастих частинок гексагональних феритів. Патент 54514 Україна. Заяв. і патентовласник ХНУ імені В. Н. Каразіна. – № U 2010 06455; заявл. 27.05.2010; опубл. 10.11.10, Бюл. №21.

МАГНИТНАЯ АНИЗОТРОПИЯ УЛЬТРАМАЛЫХ НАНОКРИСТАЛЛОВ CoFe_2O_4

Харьковский национальный университет

им. В.Н. Каразина

Ст. А.В. Ищенко

Рук.: проф. Л.П. Ольховик, асп. К.А. Мозуль

Для исследования поля магнитной анизотропии используются различные методы – статические и резонансные. Анализ имеющихся литературных данных по проблеме эффективной магнитной анизотропии показал неоднозначность результатов, полученных различными методами измерений на порошковых образцах.

В данной работе для определения поля эффективной магнитной анизотропии (H_a^{ef}) применялись два известных метода, основанных на анализе кривых намагничивания (метод Асти-Ринальди [1] и метод Акулова [2]), а также были сделаны оценки по коэрцитивной силе.

Объектом исследования служил феррит CoFe_2O_4 . Выбор данного объекта обусловлен прежде всего тем, что феррит кобальта обладает максимальной магнитокристаллической анизотропией благодаря большому одноионному вкладу ионов Co^{2+} , локализованных в октаэдрических позициях кристаллической решетки феррита [2]. Кроме того, в интервале температур (300-550)К наблюдается аномально резкое уменьшение поля магнитокристаллической анизотропии от 20кЭ до нуля. Представляло интерес исследовать поле эффективной магнитной анизотропии, где наряду с вкладом магнитокристаллической анизотропии присутствуют специфические для малых частиц два других вклада – «поверхностной» анизотропии и анизотропии формы частиц:

$$H_a^{ef} = H_k + H_a^{surf} - H_a^{dem}.$$

Нанодисперсный порошковый образец был получен пиролизом смеси ацетилацетонатов железа и кобальта [3]. Параметры кристаллической структуры, фазовый состав и дисперсность синтезированного порошкового образца исследовались с помощью рентгеновского анализа и метода просвечивающей электронной микроскопии. Исследование основных кривых намагничивания и петель гистерезиса проводилось на маятниковом магнитометре лабораторного типа ($H=1-18\text{кЭ}$,

T=300-500K). При каждой фиксированной температуре измерения проводились на термически размагниченных образцах.

На всех кривых намагничивания в интервале 300 - 500K были обнаружены два эффекта, характерные для малых частиц. Это - высокополевая ненасыщаемость и заниженные (по сравнению с макроскопическим аналогом) значения намагниченности в полях, существенно превышающих поле магнитокристаллической анизотропии.

В таблице представлены полученные экспериментальные результаты

T, K	Метод определения H_a^{ef} , кЭ		
	по H_c	метод Асти - Ринальди	метод Акулова
300	4,0	3,2	4,4
350	3,3	3,5	3,6
400	2,5	1,5	2,9
450	1,7	1,0	1,7
500	1,2	1,3	1,6

Как видно из таблицы, данные, полученные различными методами, согласуются между собой в допустимых пределах. Обнаружено, что в отличие от макроскопического аналога, зависимость $H_a^{ef}(T)$ в исследуемом интервале температур не обнаруживает аномально резкого уменьшения.

Таким образом, во всех обнаруженных эффектах проявился вклад структурно-дефектного приповерхностного слоя со «скошенной» магнитной структурой, то есть структурой, отличающейся от таковой в объемной части исследуемых нанокристаллов.

Литература:

- [1] G.Asti, S.Rinaldi. J.Appl.Rhys. -1974. -v.45, N.8. -P.3600-3610.
- [2] С.Тикадзуми. Физика ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практические применения: -М.: Мир. – 1987.- 419с.
- [3] Sh.Sun, H.Zeng, D.B.Robinson et. al. J.Am.Chem.Sos., -2004. – v.126. – P.273 – 279.

ПАРАДОКС ЭЙНШТЕЙНА – ПОДОЛЬСКОГО – РОЗЕНА И КВАНТОВАЯ ТЕЛЕПОРТАЦИЯ ДАННЫХ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Ст.: Д.С. Пиеничных, И.А. Кобец
Рук.: доц. А.Я. Дульфан, доц. Н.Б. Фатьянова*

Квантовая телепортация данных – это мгновенный перенос квантового состояния на расстояние при помощи разъединенной в пространстве сцепленной пары квантов и классического канала связи.

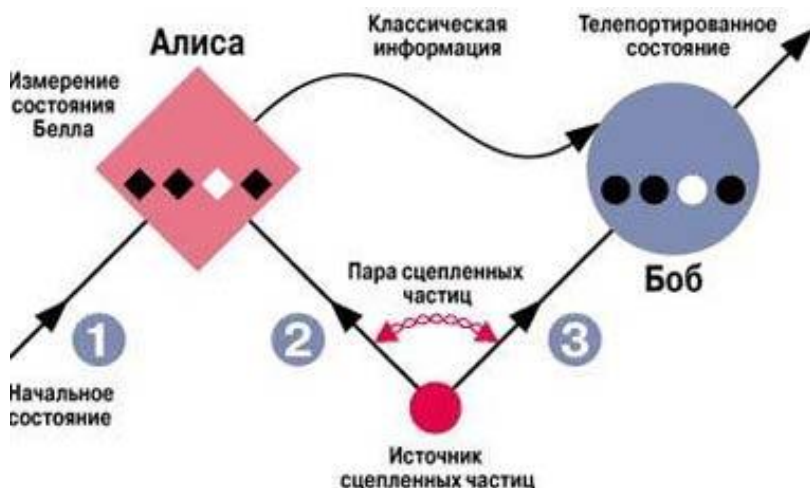
Такая телепортация основана на парадоксе Эйнштейна-Подольского-Розена. ЭПР - парадокс гласит о том, что при наличии двух частиц имеющих общее происхождение, можно измерить состояние одной частицы, после чего предсказать с вероятностью 1 состояние другой частицы. Таким образом, частицы взаимосвязаны друг с другом так, что одна частица может моментально влиять на другую независимо от расстояния. Но исходя из соотношения неопределённости Гейзенберга мы не можем заставить первую частицу принять нужное значение, можно только судить о вероятности (в данном случае 0.5) с которой примет это значение первая частица, после чего с вероятностью 1 предсказывать состояние второй частицы. Таким образом, мы не можем напрямую управлять процессом квантовой телепортации данных, что не разрушает концепцию классической физики о невозможности преодоления скорости света. Для того чтобы случайно полученные кубиты (квантовый аналог цифрового бита) после квантовой телепортации превратились в переданные данные, нужен открытый канал связи, по которому передавался бы бинарный ключ к полученному случайным образом шифру.

Таким образом, можно создать коммуникационное устройство с абсолютно защищенным каналом связи.

Для этого нужно создать генератор так называемых белловских (сцепленных) пар квантов, который отсылал бы по кванту из пары двум собеседникам, назовем их Алиса и Боб. У Алисы и Боба должно быть устройство для приема квантов, и регистрации их состояний.

Так же у них должны быть устройства для передачи данных по открытому каналу, например радио.

Принципиальная схема:



При передаче данных источник сцепленных частиц генерирует пакет кубитов (квантов), которые могут принимать только два состояния единицу или ноль, для Алисы и Боба. После получения квантов Алиса регистрирует их состояние, получая случайные бинарные цифры. Она сравнивает полученные цифры с теми, что хотела передать и, зная о том какие цифры, дали кванты Боба, она высылает ему бинарный ключ, в котором «0» – значит что «Цифра совпала с той, что я хотела передать», «1» - значит «Цифра не совпала, поменяй на противоположную». Данный канал невозможно прослушать, так как открытая для ключа и контрольной суммы линия не несёт в себе зашифрованных данных, а перехват квантов чреват несовпадением контрольной суммы, и обнулению всего пакета.

Разработка таких устройств уже ведется, а некоторые прототипы уже используются. Недостатком современных устройств является низкая скорость передачи данных, всего 3 (кб/с), поскольку при увеличении скорости – увеличивается процент потерь кубитов.

БЕСКОНТАКТНЫЙ ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ

*Харьковский национальный университет
радиоэлектроники
Ст.: М.А. Шевченко, Е.В. Корниенко
Рук. доц. Р.П. Орёл*

Бесконтактный тепловой метод контроля является эффективным средством диагностики электронной техники. Он успешно применяется для обнаружения разного рода тепловых аномалий в различных устройствах, являющихся следствием различных неисправностей, как существующих, так и потенциальных. Причем актуальность подобного контроля имеет место, начиная с производства устройства, так и на протяжении всего срока его эксплуатации, особенно в случае дорогостоящих или особо ответственных изделий.

Тепловой режим электронных компонентов является одним из определяющих факторов их работоспособности. Большинство физических процессов, связанных с возникновением отказов, являются термически активируемыми, то есть могут протекать только при определенной температуре, причем активность этих процессов возрастает при нагревании компонента.

В работе представлены результаты теплового контроля преобразователя напряжения ИРП-02 для резервного питания ноутбука тепловизионного комплекса, разработанного и изготовленного с рядом модернизаций коллективом студентов кафедры физики более пяти лет назад. Учитывая такой срок эксплуатации/хранения, представляют интерес результаты термографического обследования указанного устройства.

Для теплового контроля ИРП-02 использовался тепловизор ИР-ТИС-200, который позволяет измерять абсолютные температуры и обладает чувствительностью $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ при $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В результате экспериментов были получены термограммы функционирующего устройства при различных режимах эксплуатации без принудительного охлаждения и с его использованием (предусмотрено при разработке). Анализ полученных результатов позволил выявить области платы с ненормальными тепловыми режимами. В случае принудительного охлаждения компонентов устройства подобные тепловыделения не являются критичными для целостности и работоспо-

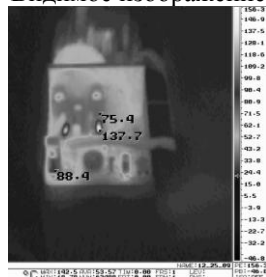
способности схемы, но в плане эффективного использования энергии аккумулятора они нежелательны. Особое внимание привлекает аномально высокая температура предохранителя входной силовой цепи. Как известно, подобные температурные режимы не свойственны для таких пассивных компонентов и являются результатом каких-либо механических дефектов при производстве (дефект пайки), или же повреждений, связанных с интенсивной/продолжительной эксплуатацией (окисление контактных групп). При дальнейшей проверке контактных соединений другими методами указанная причина была подтверждена.

Пример результатов исследования приведен на рисунках. Эксперимент демонстрирует легкость обнаружения тепловыделяющих участков схемы, требующих дополнительного внимания, поиск которых традиционными средствами может быть достаточно трудоемким.

Таким образом, тепловой метод контроля, с успехом может применяться в электронной промышленности, как при разработке и производстве – для обнаружения дефектов конструкции, так и в дальнейшем при эксплуатации готовых изделий. Применимость бесконтактного теплового контроля электронных устройств и его достоинства подтверждены экспериментальными исследованиями, проведенными на кафедре физики ХНУРЭ.



Видимое изображение



Термограмма

ЛИТЕРАТУРА

1. Маслова В.А, Стороженко В.А. Термография в диагностике и неразрушающем контроле. Харьков: «Компания СМИТ», 2004.-160с.
2. Компания «ИРТИС» – ведущий Российский производитель инфракрасных приборов для визуализации и измерения тепловых полей [//http://www.irtis.ru/](http://www.irtis.ru/)

УВЕЛИЧЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ТЕПЛОВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Харьковский национальный университет

радиоэлектроники

Ст. Д.В. Горячевская

Рук. доц. Р.П. Орёл

Сотовые конструкции являются одним из наиболее распространенных материалов в конструировании авиационной техники, космической техники, где предъявляются повышенные требования к надежности комплектующих. Известно, что метод активного теплового контроля является перспективным для выявления дефектов, этот метод отличается от других высокой чувствительностью.

Однако реализация потенциальных возможностей этого метода на практике не возможна, в следствии значительных помех, обусловленных неоднородностью излучательной способности поверхности сотовой структуры. Кроме того, для использования тепловизора необходим одновременный нагрев определенной площади ОК, что неминуемо ведет к неравномерности температурного поля, и появлению еще одного вида помех.

Тепловые аномалии, вызванные помехами, приводят к выявлению несуществующего дефекта, то есть к появлению «ложной тревоги».

Для уменьшения вероятности возникновения «ложной тревоги» в данной работе предложены методы устранения вызывающих ее помех. Метод подавления помех связанных с неоднородностью излучательной способностью базируется на выборе оптимального режима контроля в котором влияние этой помехи минимально.

Устранение помехи вызванной внешними условиями при проведении эксперимента связано с тем, что она не зависит от образца. Таким образом, две термограммы одного исследуемого образца сделанные в одинаковых условиях, за исключением того, что вторая термограмма получена от образца повернутого на 90° , дают возможность устранить эту помеху путем поворота и совмещения изображений. Результаты поворота и совмещения двух изображений представлено на рисунке 1.

Совмещение полученных изображений проводится по репер-

ным точкам на поверхности образца. Если таковые отсутствуют, то они вносятся искусственно. В данном случае это прямоугольная метка в левом верхнем углу термограммы представлена на рис.1.

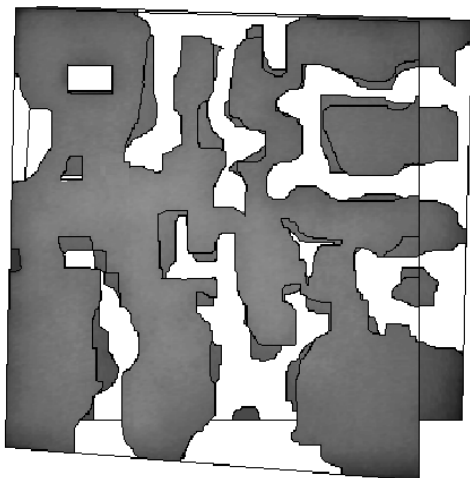


Рис.1 Наложение двух термограмм (верхняя - после поворота на 90° , нижняя – до поворота)

Как видно из рисунка элементы не связанные с внутренней структурой образца изменяют свое место положения, тогда как остальные неоднородности теплового поля сохраняют свое местоположение.

Для компенсации возникшей помехи вызванной из-за неоднородности нагрева объекта контроля предложено использовать нормировку обратной функции распределения $q(x,y)$ по площади кадра, а далее использовать компьютерную обработку термограмм методами нормирования и наложения, в результате чего неравномерность нагрева снижается до 4 - 6 %.

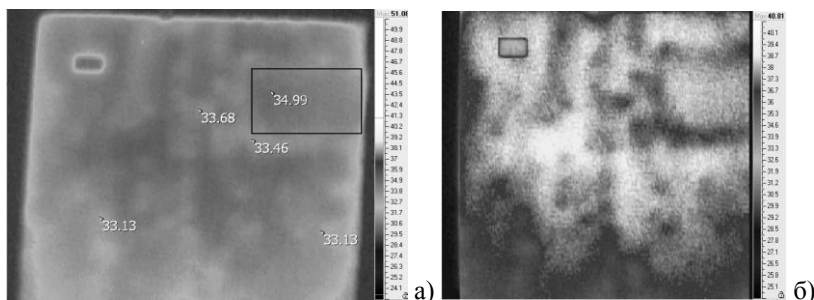


Рис. 2 – Термограмма до корректировки (а) и после выполнения (б).

ИССЛЕДОВАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ТЕПЛОВОМ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОНИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Харьковский национальный университет

радиоэлектроники

Ст. Д.А. Беденко

Рук. к.т.н. С.Б. Малик

In this work the thermal-physical model of the starved spots in the honey-comb sandwich detection process was considered. The interferences caused by an emissivity fluctuation and a glue film inhomogeneity suppression way based on corresponding technique of data processing choice was suggested.

Для исследования дефектов сотовых конструкций применяют активный метод теплового неразрушающего контроля, который обладает высокой чувствительностью при работе с композитными материалами.

Однако реализовать потенциальные возможности этого метода на практике не удается ввиду значительных помех, обусловленных неоднородностью излучательной способности поверхности сотовой структуры. Кроме того, для использования тепловизора необходим одновременный нагрев определенной площади объекта контроля, что неминуемо ведет к неравномерности температурного поля, и возникновению еще одного вида помех.

В настоящих исследованиях подавления указанных помех осуществлялось путем создания алгоритмов обработки ее термограмм.

Для компенсации неоднородности нагрева предложено использовать нормировку обратной функции распределения $q(x)$ по сечению кадра вдоль вертикальной оси от вершины конуса к его основанию. Для этого необходимо получить экспериментально, а далее использовать компьютерную обработку термограмм по следующему алгоритму: значение температуры в каждом пикселе термограммы вдоль выбранной оси (массив) компенсировалось по уравнению (1), в результате чего неравномерность нагрева снижается до 4 - 6 %.

$$F' = \frac{q_{max}}{q} F \quad (1)$$

где F – массив значений температур термограммы;
 F' – массив скорректированных значений T ;
 Q – массив значений мощности нагрева;
 q_{\max} – максимальный элемент q .

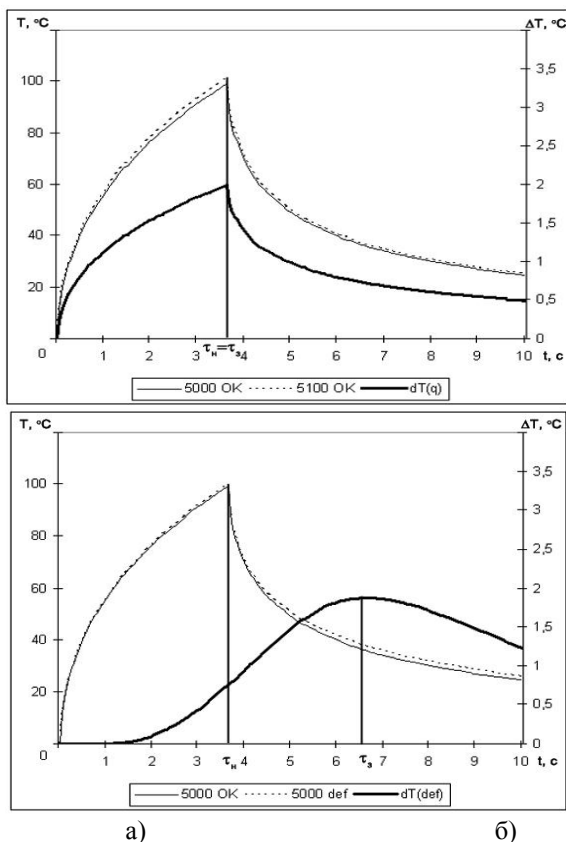


Рис. 1. Развитие во времени поверхностной температуры для:
а) бездефектного образца с отклонением по ϵ ; б) образца с дефек-
том

Основной задачей этой части исследований является анализ влияния неоднородности ϵ на выявление дефектов.

Для решения этой задачи использовалось эквивалентное изменению ε изменение мощности нагрева q . Действительно, если, например, на каком-то участке поверхности объекта контроля ε отклоняется в большую сторону, то и нагрев этого участка, т.е. T_{\max} , будет больше.

Результаты такого моделирования приведены на рис. 1, где представлено развитие во времени поверхностной температуры для двух случаев: а) бездефектный образец с отклонением по ε ; б) образец с дефектом.

Сравнение представленных зависимостей показывает, что моменты времени, соответствующие максимальным значениям помехи ΔT_{ε} и полезного сигнала ΔT_{def} не совпадают: сигнал от помехи достигает максимума сразу по окончании нагрева, а полезный сигнал – с определенным временем запаздывания τ_3 .

Этот факт открывает возможность максимизировать отношение сигнал/шум (т.е. $\Delta T_{\text{def}} / \Delta T_{\varepsilon}$) путем выбора соответствующего момента регистрации температурного поля на поверхности объекта контроля.

В частности, согласно данным рис. 1б при выборе времени запаздывания $\tau_3 = 3,65$ с отношение сигнал/шум равно 0,18, а при $\tau_3 = 6,65$ с это отношение составляет 0,57, т.е. в 3,2 раз больше.

Данный вывод справедлив и для помех другого вида – неравномерного нагрева поверхности ОК, т.е. флуктуации q .

Литература

1. Стороженко В.А., Малик С.Б., Мягкий А.В. Оптимизация режимов тепловой дефектоскопии на основе теплофизического моделирования // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Прилади і методи неруйнівного контролю. – Харків: НТУ «ХПІ» – №48. – 2008. – С. 84-91.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОН ИНТЕРЕСА НА ТЕРМОГРАМ- МАХ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Харьковский национальный университет

радиоэлектроники

Ст. Д.В. Горячевская

Рук. доц. С.Б. Малик

Метод термографии позволяет осуществить визуализацию температурного поля объекта контроля с помощью тепловизора. Результатом данной визуализации является получение изображения температурных полей объекта - термограммы. Однако, при контроле объектов содержащих в своем составе множество конструктивных элементов, возникает необходимость выделения зоны интереса на термограмме. Это не всегда возможно осуществить без применения специальных средств.

Для решения данной проблемы необходимо сопоставить видимое изображение и полученную термограмму. Основная задача разрабатываемого программного продукта состоит в автоматизации процесса выделения зоны интереса на термограмме объекта контроля, который включает в себя такие этапы: подготовку видимого изображения, подготовку полученной термограммы и собственно наложение контура зоны интереса с видимого изображения на термограмму. На данном этапе, в программном продукте реализован этап подготовки видимого изображения. Он включает в себя следующие функции: нормализацию, а именно масштабирование и поворот, фильтрацию изображения, выделение контуров, сегментацию, то есть выделение объекта по реперным точкам.

В разрабатываемом программном продукте реализован ряд существующих современных методов фильтрации: метод медианной фильтрации и метод SUSAN.

На рис. 1а) представлено видимое изображение микросхемы, на рис. 1б) представлен результат обработки данного изображения методом SUSAN.

Для выделения контуров на видимом изображении конструктивных элементов ОК в разрабатываемом программном продукте реа-

лизваны метод Робертса и разностный метод, это лишь малая часть существующих методов для выделения контуров объектов.

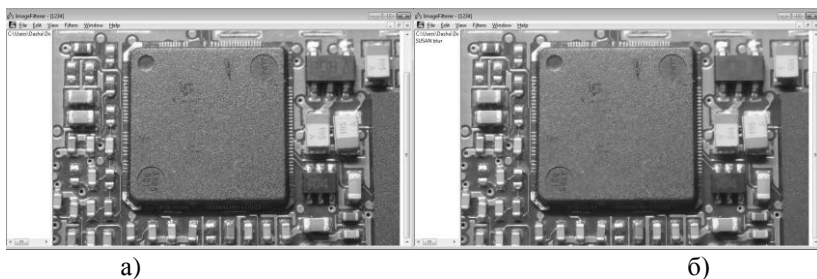


Рисунок 1 – Видимое изображение микросхемы (а) до обработки; б) после обработки методом SUSAN).

Результат применения оператора Робертса для выбранного ОК представлен на рис. 2а). Данная программа также позволяет производить сегментацию видимого изображения, т.е. выделять объект, интересующий пользователя.

Результат сегментации представлен на рис. 2б).



Рисунок 2 – Выделение контуров элементов и сегментация изображения (а) выделение контуров; б) сегментация).

Разрабатываемая программа на данном этапе позволяет производить предварительную обработку видимого изображения, а именно: производить фильтрацию видимого изображения, выделения контуров конструктивных элементов и сегментация видимого изображения (выделение зон интересов).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КЛЕМАНА-ДЕЗОРМА

Национальный технический университет «ХПИ»

Ст.: М. Гаркушина, Д. Капинос, О. Ресенчук

Рук.: ст. пр. А.Н. Андреев, асс. О.Н. Андреева

В учебном процессе на кафедре общей и экспериментальной физике НТУ «ХПИ» для определения показателя адиабаты (γ) воздуха используется метод Клемана – Дезорма. Этот метод отличается простотой и наглядностью, но в тоже время результаты измерений γ очень сильно зависят от длительности протекания адиабатического процесса. Поэтому в данной работе предлагается определять показатель адиабаты графическим способом, который не зависит от времени адиабатического расширения воздуха. Так же предлагается с помощью данного метода определять следующие, дополнительные величины: изменение температуры и работу при адиабатическом процессе; коэффициент теплопроводности воздуха и изменение энтропии при изохорическом охлаждении.

Теория

Как известно из курса общей физики [1] отношение молярных теплоёмкостей C_p/C_v зависит от числа степеней свободы газа i и называется показателем адиабаты (коэффициентом Пуассона):

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i}, \quad (1)$$

где C_p , C_v – молярные теплоёмкости при постоянном давлении и объёме соответственно.

Показатель адиабаты входит в уравнения Пуассона, описывающие адиабатический и близкий к нему процессы, которые протекают без теплообмена с окружающей средой:

$$PV^\gamma = \text{const} \text{ или } TV^{\gamma-1} = \text{const}.$$

Работа газа A при адиабатическом процессе, согласно первому началу термодинамики, совершается за счёт убыли внутренней энергии ΔU газа:

$$A = -\Delta U = -\nu \frac{iR}{2} \Delta T, \quad (2)$$

где ν – число молей газа; R – универсальная газовая постоянная; ΔT – изменение температуры при адиабатическом процессе.

Благодаря явлению теплопроводности температуры входящие в соотношение (2) постепенно выравниваются. Способность газа проводить тепло характеризуется коэффициентом теплопроводности – κ , который зависит от природы газа и температуры. Количество переносимого тепла δQ можно определить, используя уравнение теплопроводности:

$$\delta Q = \kappa \frac{\Delta T}{\Delta r} S dt, \quad (3)$$

где Δr – расстояние, на котором происходит перепад температур ΔT , S – площадь поверхности, через которую передаётся тепло.

С помощью метода Клемана - Дезорма можно так же определить изменение одной из термодинамических величин газа – энтропии. Которое в случае изохорического охлаждения газа будет описываться выражением:

$$\Delta S = \nu C_V \ln \frac{T_1}{T_2} = \frac{i P_3 V}{2 T_1} \ln \frac{P_3}{P_2}, \quad (4)$$

где P_2 , P_3 – начальное и конечное давления; T_2 , T_1 – начальная и конечная температуры.

Описание установки и метода Клемана – Дезорма

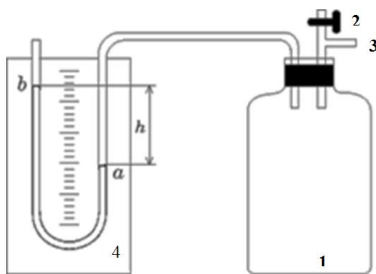


Рис.1 – Схема установки Клемана – Дезорма.

Рассмотрим подробнее установку Клемана – Дезорма (рис.1), которая состоит из стеклянного баллона **1** (объёмом V); крана **2**, позволяющего изолировать или сообщать баллон с атмосферой; крана **3**, соединяющего баллон и «грушу»; U-образного водяного манометра **4**, служащего для регистрации разности между давлением воздуха в баллоне и атмосферным давлением.

Первоначально воздух в баллоне находится в состоянии **1** (рис.2). С помощью груши, при закрытом кране **2**, нагнетается воздух в баллон (адиабатическое сжатие), при этом газ переходит в состояние **2**. Температура воздуха в баллоне становится выше температуры окружающей среды T_1 . Далее происхо-

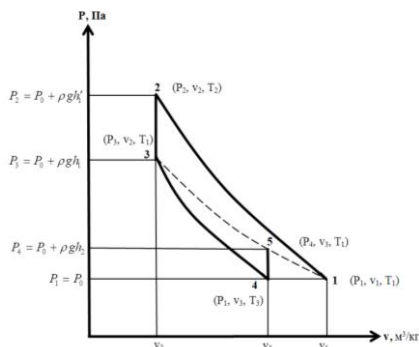


Рис.2 – Диаграмма состояний.

В этом состоянии давление воздуха в сосуде превышает атмосферное на h_1 (мм вод. ст.) и измеряется, как разность уровней жидкости в коленях манометра. Затем поворачивая кран 2 соединяют на некоторое время баллон с атмосферой при этом давление в баллоне падает до атмосферного P_0 (состояние 4). Данный процесс происходит достаточно быстро, поэтому теплообменом с окружающим воздухом через стенки баллона можно пренебречь и считать процесс близким к адиабатическому. В результате адиабатического сжатия воздух в баллоне, охладившись до температуры T_3 , будет изохорически нагреваться до температуры окружающей среды (состояние 5). После выравнивания температур измеряют разность уровней воды в коленях манометра h_2 . Тогда показатель адиабаты воздуха можно рассчитать по следующей формуле (подробный вывод см. в работе [2]):

$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2}. \quad (5)$$

В действительности адиабатическое расширение газа занимает некоторое время (время открытия крана 2) в течении которого успевает произойти теплообмен воздуха в баллоне с окружающей средой. В результате значение h_2 , а с ним и γ будет зависеть от этого времени, то есть от скорости вращения крана 2.

Опытным путём установлено, что при малых отклонениях воздуха от равновесного состояния экспериментальное h'_2 и истинное h_2 значения разности уровней воды в коленях манометра связаны соотношением:

$$h'_2 = h_2 e^{-a\tau}, \quad (6)$$

где a – постоянная величина; τ – время открытия крана 2.

Прологарифмировав выражение (6) получаем:

$$\ln h'_2 = \ln h_2 - a\tau. \quad (7)$$

Формула (7) позволяет, зная время открытия крана **2**, по экспериментальным значениям h'_2 графическим методом определить h_2 , и рассчитать величину коэффициента Пуассона.

Тогда работа газа при адиабатическом расширении будет:

$$A = \frac{\rho g h_1 V}{\gamma}, \quad (8)$$

где ρ – плотность воды; g – ускорение свободного падения.

При адиабатическом процессе изменяются давление, температура и объем газа. Чтобы определить изменение температуры при переходе газа из состояния **3** в **4** воспользуемся выражениями (2) и (8):

$$\Delta T = -\frac{\rho g h_2}{P_0} T_1. \quad (9)$$

После адиабатического расширения, воздух в баллоне изохорически нагревается от температуры T_3 до T_1 , (см. рис.2) получая при этом некоторое количество тепла:

$$Q = \frac{m}{M} \frac{iR}{2} T_1 - T_3. \quad (10)$$

Это тепло связано с коэффициентом теплопроводности κ , который можно определить, проинтегрировав (3) в интервале времени от τ до ∞ , приравняв с (10) и проведя преобразования получаем:

$$\kappa = \frac{P_0 V \Delta r}{\gamma - 1 T_1 S} a, \quad (11)$$

где a – постоянная, входящая в уравнение (7) и определяемая графическим методом.

Чтобы определить изменение энтропии при изохорическом охлаждении воздуха с помощью установки Клемана – Дезорма необходимо найти разность уровней жидкости h'_1 и h_1 до и после изохорического охлаждения (на диаграмме состояний точки **2** и **3**). В этом случае начальное и конечное давление воздуха в баллоне:

$$P_2 = P_0 + \rho g h'_1, \quad P_3 = P_0 + \rho g h_1, \quad (12)$$

Преобразуем логарифм в выражении (4) путём его разложения в ряд и ограничившись двумя первыми членами:

$$\ln \frac{P_3}{P_2} = \ln \frac{P_0 + \rho g h_1}{P_0 + \rho g h'_1} = \ln \left(1 + \frac{\rho g h_1}{P_0} \right) - \ln \left(1 + \frac{\rho g h'_1}{P_0} \right) \approx \frac{\rho g}{P_0} h_1 - h'_1$$

Подставив в (4), получаем:

$$\Delta S = \frac{iP_3 V}{2T_1} \frac{\rho g}{P_0} h_1 - h'_1 . \quad (13)$$

Согласно (12) $P_3 \approx P_0$, тогда (13) примет вид:

$$\Delta S = \frac{iV \rho g}{2T_1} h_1 - h'_1 . \quad (14)$$

Методика измерений и результаты

При закрутом кране **2**, с помощью груши накачать воздух так чтобы разница уровней жидкости в коленях манометра была 10-15 см. Дождаться когда показания манометра перестанут изменяться, измерить значение h_1 . Далее провести адиабатическое расширение воздуха, для этого следует повернуть кран **2** на 180° . Время открытия τ крана **2** фиксировалось при помощи видеосъёмки. Когда воздух в баллоне нагреется до комнатной температуры измерить h'_2 . Результаты этих измерений представлены в таблице 1. По полученным экспериментальным данным построить график зависимости $\ln h'_2 \tau$ (см. рис.2). С помощью метода наименьших квадратов проводим линейную аппроксимацию данной зависимости (рис.3) и определяем $\ln h_2$, постоянную a , а так же погрешности аппроксимации. По формулам рассчитываем γ , A , ΔT , κ .

Таблица 1.
Определение коэффициента Пуассона

№	h_1 , см	$\langle h_1 \rangle$, см	Δh_1 , см	h'_2 , см	$\ln h'_2$	τ , с.
1	9,6	10,7	1,1	2,4	0,8755	0,44
2	10		0,7	2,5	0,9163	0,33
3	11,1		0,4	2,6	0,9555	0,28
4	11,3		0,6	2,9	1,0647	0,20
5	11,5		0,8	3,3	1,1845	0,12

Из графика определяем необходимые величины и их погрешности:

$$\ln h_2 = 1,269; \Delta \ln h_2 = 0,05;$$

$$a = 0,98; \Delta a = 0,17.$$

Рассчитываем h_2 и показатель адиабаты воздуха:

$$h_2 = e^{\ln h_2} = e^{1,269} = 3,557 \text{ см};$$

$$\gamma = \frac{\langle h_1 \rangle}{\langle h_1 \rangle - h_2} = \frac{10,7}{10,7 - 3,6} \approx 1,51$$

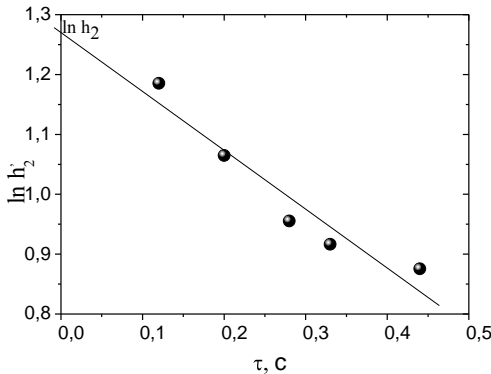


Рис.3 – Зависимость $\ln h'_2$ от τ .

Далее с помощью соотношений (8), (9), (11) рассчитаем работу, изменение температуры при адиабатическом расширении газа и коэффициент теплопроводности воздуха:

$$A = -\frac{\rho g h_1 V}{\gamma} = -\frac{10^3 \cdot 9,8 \cdot 10,7 \cdot 10^{-2} \cdot 15 \cdot 10^{-3}}{1,51} \approx -10,5 \text{ Дж};$$

$$\Delta T = -\frac{\rho g h_2}{P_0} T_1 = -\frac{10^3 \cdot 9,8 \cdot 3,6 \cdot 10^{-2} \cdot 286}{0,98 \cdot 10^5} \approx -1 \text{ К};$$

$$\kappa = \frac{P_0 V \Delta r}{\gamma - 1} a = \frac{0,98 \cdot 10^5 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot 0,98}{1,51 - 1 \cdot 286 \cdot 0,3} = 3,29 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м} \cdot \text{К}.$$

Используя методы расчёта погрешностей прямых и косвенных измерений вычислим:

1) погрешность γ .

Для начала рассчитаем абсолютные погрешности h_1 и h_2 :

$$\langle \Delta h_1 \rangle = t_{\alpha, n} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 \Delta h_{1i}^2}{n(n-1)}} = 0,13 \text{ см, где коэффициента Стьюдента –}$$

$$t_{\alpha, n} = 0,8; n = 5 = 1,5;$$

$$\langle \Delta h_2 \rangle = h_2 \cdot \Delta \ln h_2 = 0,18 \text{ см};$$

Тогда абсолютная погрешность показателя адиабаты:

$$\Delta\gamma = \gamma \sqrt{\left(\frac{h_2}{h_1} \frac{\langle \Delta h_1 \rangle}{h_1 - h_2}\right)^2 + \left(\frac{\langle \Delta h_2 \rangle}{h_1 - h_2}\right)^2} \approx 0,04$$

Относительная погрешность:

$$\delta = \frac{\Delta\gamma}{\gamma} \cdot 100\% \approx 3\%$$

2) погрешность κ :

абсолютная погрешность:

$$\Delta\kappa = \kappa \sqrt{\left(\frac{\Delta a}{a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\gamma}{\gamma - 1}\right)^2} = 0.63 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}\cdot\text{К};$$

относительная погрешность: $\delta\kappa = \frac{\Delta\kappa}{\kappa} \cdot 100\% \approx 19\%$.

Запись результатов: $\gamma = 1,51 \pm 0,04$; $\kappa = 3,29 \pm 0.63 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

Для определения изменения энтропии необходимо при закрытом кране 2, с помощью груши быстро накачать воздух в баллон. И сразу же произвести измерение разницы уровней воды в коленях манометра h'_1 . Далее дожидаться пока произойдёт изохорическое охлаждение воздуха в баллоне до комнатной температуры, при этом показания манометра перестанут изменяться, измерить значение h_1 . Результаты измерений представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Определение изменения энтропии при изохорическом процессе

N_2	$h'_1, \text{ см}$	$\langle h'_1 \rangle, \text{ см}$	$\Delta h'_1, \text{ см}$	$h_1, \text{ см}$	$\langle h_1 \rangle, \text{ см}$	$\Delta h_1, \text{ см}$
1	12,9	12,9	0	9,3	10,3	1,0
2	12,2		0,7	10,5		0,2
3	14,1		1,2	11,3		1,0
4	13,1		0,2	10,7		0,4
5	12,1		0,8	9,6		0,7

Используя данные таблицы 2, рассчитаем изменение энтропии и погрешность измерений:

$$\Delta S = \frac{iV\rho g}{2T_1} \langle h_1 \rangle - \langle h'_1 \rangle = \frac{5 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 \cdot 9,8}{2 \cdot 286} 10,3 - 12,9 \cdot 10^{-2} =$$

$$= -33,4 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/К}.$$

Погрешность измерения разности высот воды в манометре до и после изохорического процесса:

$$1. \quad \langle \Delta h'_1 \rangle = t \cdot \alpha, n \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 \Delta h_{i1}'^2}{n \cdot n - 1}} = 0,54 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

$$2. \quad \langle \Delta h_1 \rangle = t \cdot \alpha, n \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 \Delta h_{i1}^2}{n \cdot n - 1}} = 0,55 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

Абсолютная погрешность изменения энтропии:

$$\Delta \Delta S = \frac{iV \rho g}{2T_1} \sqrt{\langle \Delta h_1 \rangle^2 + \langle \Delta h'_1 \rangle^2} = 9,9 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/К}$$

Относительная погрешность:

$$\delta = \frac{\Delta \Delta S}{\Delta S} \cdot 100\% = \frac{9,9 \cdot 10^{-3}}{33,4 \cdot 10^{-3}} \cdot 100\% \approx 30\%$$

Окончательная запись полученного результата:

$$\Delta S = - 33,4 \pm 9,9 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/К}.$$

Выводы:

1. в работе с помощью графического метода более точно определили показателя адиабаты воздуха, независимый от скорости вращения крана **2**;

2. данный метод позволили так же вычислить коэффициент теплопроводности воздуха, который согласуется с табличными данными;

3. на основе полученных значений были так же рассчитаны работа и изменение температуры при адиабатическом процессе;

4. применение метода Клемана – Дезорма позволило определить изменение энтропии при изохорическом охлаждении воздуха.

Список литературы:

1. И. В. Савельев Курс общей физики: Учеб.: в 3-х т. Т. 1: Механика. Молекулярная физика. – М. Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 352 с.

2. Методические указания к лабораторным работам по разделу «Молекулярная физика и термодинамика». Под общей редакцией В.А. Базакуца – Х.: ХПИ. – 1990.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОСИ “ЛЕГКОГО НАМАГНИЧИВАНИЯ” ГЕКСАФЕРРИТА БАРИЯ С ПОМОЩЬЮ ДИФРАКТОМЕТРА

*Харьковский национальный университет
им. В.Н. Каразина*

*Ст.: И.В. Мухортова
Рук.: доц. Е.М. Савченко, к. ф.-м. н. Д.В. Толмачев*

При исследовании магнитных свойств кристалла важным является определение оси намагничивания.

Работа посвящена определению положения оси “легкого намагничивания” гексаферрита бария $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, который обладает уникальными магнитными свойствами.

Гексаферрит бария имеет сложную структуру типа магнетоплюмбита. Пространственная группа $R\bar{6}_3 / \text{mmc}$. Каждая ячейка содержит две формульные единицы. В формуле 32 иона, в элементарной ячейке – 64 иона: 2Ba^{2+} , 24Fe^{3+} , 38O^{2-} . Параметры решетки, $a = 0,589$ нм, $c = 2,32$ нм.

Поскольку дифракционные методы с фотографической регистрацией дифрактограммы требуют наличия химических реактивов и рентгеновской пленки, более удобным оказывается метод с применением дифрактометра.

Для исследования монокристаллических образцов с большой плоской поверхностью в данной работе использована приставка для исследования порошков. Такая приставка обеспечивает возможность вращения образца вокруг оси, перпендикулярной его поверхности.

Для точного определения положения оси намагничивания необходимо:

1. Прodelать расчёт межплоскостного расстояния (d) для той плоскости, от которой мы хотим получить отражение. Например, для изучаемого в работе гексагонального образца с параметрами элементарной ячейки $a = 0,589$ нм, $c = 2,32$ нм это межплоскостное расстояние (d) совпадает с параметром ячейки (c).

2. В соответствии с формулой Вульфа-Брэггов, зная длину волны характеристического рентгеновского излучения λ , предварительно вычисляется угол θ , для разных l : $h = 0$, $k = 0$, $l = 1, \dots, l$.

3. Счетчик выводится на угол 2θ . Образец, двигаясь совместно со счетчиком, повернется относительно оси гониометра на угол θ (рис.1.1).

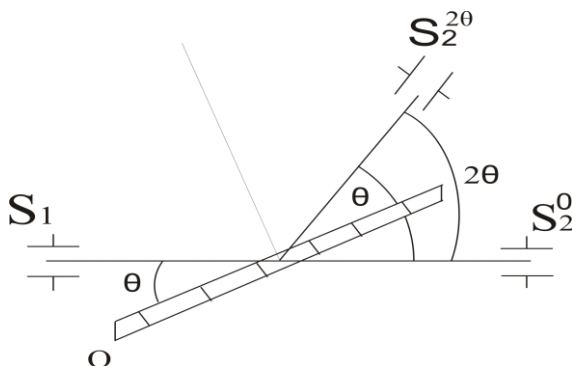


рис.1.1.

4. Привод счётчика выводится из зацепления, оставляя счетчик неподвижным.

5. Находится такой угол поворота образца вокруг оси гониометра, при котором появится отражение. Для этого приводится в движение образец относительно оси, перпендикулярной его плоскости. Записывается на самописец зависимость интенсивности рентгеновских лучей от угла $\Delta\theta$ поворота образца вокруг оси гониометра, при котором возникает отражение (рис 1.2). Максимум на этой зависимости и соответствует искомому углу $\Delta\theta$ для отражающей атомной плоскости.

6. Устанавливаем образец под найденным углом ($\Delta\theta$), поворачивая его относительно оси гониометра.

7. Угол φ отсчитывается относительно произвольно выбранного направления на поверхности кристалла, которое отмечается линией на поверхности перед началом эксперимента таким образом, чтобы эта линия лежала в плоскости гониометра.

Угол φ поворота образца вокруг оси (рис 1.2), перпендикулярной плоскости образца определяется по шкале углов на порошковой приставке путём нахождения максимума на шкале интенсиметра, соответствующего отражающему положению кристалла.

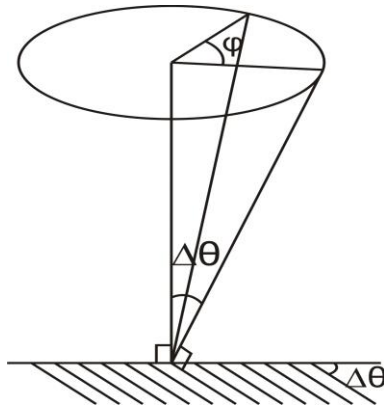


рис.1.2.

8. Значения найденных углов φ и $\Delta\theta$ определяет искомое положение оси (001) гексаферрита бария относительно поверхности данного образца.

Этот образец может быть перенесен в другую установку для изучения свойств, связанных с ориентацией кристалла, например, исследований в магнитном поле.

Литература:

- 1.Зиман З.З. Основи структурної кристалографії. - Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2008. - 212 с.
- 2.Шаскольская М. П. Кристаллография. - М.: «Высш. школа», 1976. - 391 с.
- 3.Пинес Б.Я. Лекции по структурному анализу. - Х.: Изд. Харьковского университета, 1967. - 476 с.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ

ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: Ф.Р. Ахатов., Г.В. Таран

Рук.: доц. Е.Т. Лемешевская, доц. В.В. Пилипенко

В процессе изготовления и обработки деталей возникает *шероховатость* их поверхностей, под которой понимают совокупность неровностей, образующих рельеф поверхности.

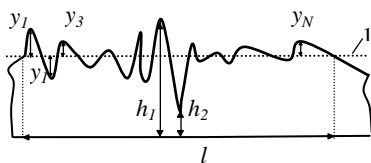


Рис. 1 Профиль

Шероховатость поверхности нормируется 14-ю классами и оценивается по системе средней линии 1 (рис. 1) параметрами высоты неровностей R_a и R_z , измеряемых в пределах базовой длины l [1]. Базовая длина зависит от класса шероховатости: например, для 9-12 классов она равна 0,25 мм. За среднюю линию профиля принимается линия, разделяющая измеренный профиль таким образом, чтобы сумма квадратов расстояний y_1, y_2, \dots, y_N точек профиля до этой линии была минимальной в пределах базовой длины.

Параметр R_a – среднее арифметическое отклонение точек действительного профиля от средней линии:

$$R_a = \frac{\sum_{i=1}^N |y_i|}{N}, \quad (1)$$

где N – число измеряемых точек.

Параметр R_z – средняя разность высот пяти наивысших и пяти наименьших точек на базовой длине профиля, измеренных от линии, параллельной средней:

$$R_z = \frac{(h_1 - h_2) + (h_3 - h_4) + \dots + (h_9 - h_{10})}{5}. \quad (2)$$

Контроль шероховатости (чистоты) поверхностей является важ-

ным технологическим процессом. Оценка шероховатости поверхности может осуществляться качественными и количественными методами. Качественные методы оценки основаны на визуальном сравнении обработанной поверхности с образцами шероховатости, выполненными из того же материала и обработанными тем же способом, что и деталь.

Количественные методы оценки основаны на измерении микронеровностей специальными приборами (бесконтактными и контактными). Наибольшее распространение для бесконтактных измерений шероховатостей получили оптические приборы светового сечения, теневой проекции и интерференции света.

Высокая точность контроля может быть обеспечена применением бесконтактных интерференционных методов, которые базируются на использовании двух- и многолучевой интерференции.

Интерференционная картина образуется при взаимодействии световых пучков, отраженных от образцового зеркала и исследуемой поверхности. Она представляет собой светлые и темные полосы.

Как правило, на поверхностях с мелкими неровностями (рис. 2а) возникают узкие полосы (рис. 2б), которые можно рассмотреть только под большим увеличением, т.е. при помощи микроскопа с увеличением 100 раз и более.

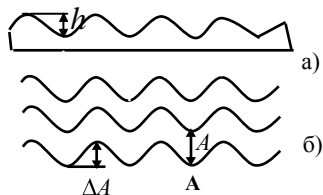


Рис. 2

*а) профиль поверхности;
б) вид интерференционной картины.*

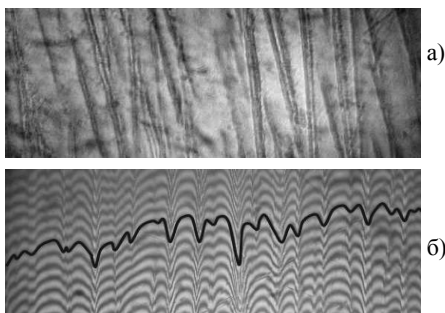


Рис. 3

*а) вид поверхности;
б) интерференционная картина.*

По интерференционной картине (рис. 2б) определяется величина изгиба полосы ΔA в области прохождения исследуемой царапины (впадины). Глубина впадины h определяется по формуле [1]

$$h = \frac{\Delta A}{A} \frac{\lambda}{2}, \quad (3)$$

где A – расстояние между полосами, λ – длина волны света.

На рис. 3 для примера представлены фотографии поверхности металла (рис. 3а) и картины интерференции (рис. 3б), которые наблюдаются в

микроинтерферометре Линника МИИ-4.

Для измерения величины интервала между соседними полосами A и величины изгиба ΔA снимаются отсчеты по шкале винтового окулярного микрометра, а затем вычисляется высота неровности по формуле (3). Для определения класса шероховатости поверхности необходимо провести серию измерений неровностей по участку с базовой длиной l и определить параметры профиля R_a и R_z .

В данной работе для получения количественной информации из интерференционной картины применяется компьютерная методика с

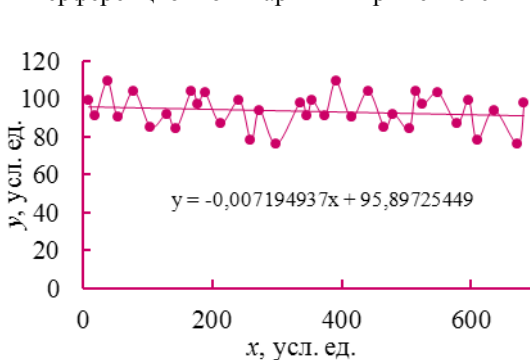


Рис. 4

использованием программы для обработки изображений и табличного процессора Excel. На цифровой фотографии интерференционной картины, ширина которой соответствует базовой длине предполагаемого класса чистоты, выделяется одна интерференционная

линия (черная линия на рис. 3б). Для этой линии в программе для обработки изображений, например, Paint, измеряются последовательно координаты x и y всех минимумов и максимумов интерференционной кривой и расстояние между полосами ΔA . Полученные данные обрабатываются в программе Excel. С помощью табличного процессора строится зависимость $y(x)$ (рис. 4) и проводится средняя линия профиля. Используя уравнение средней линии нетрудно рассчитать параметры шероховатости R_a и R_z . Такие измерения необходимо провести по нескольким линиям интерференции, усреднить полученные значения и по таблице определить класс чистоты поверхности. Например, поверхность, фотография которой приведена на рис. 3, имеет 10 класс чистоты.

Результаты, полученные при компьютерной обработке профиля неровностей, хорошо совпадают с результатами измерений на микроинтерферометре. Данная методика предлагается для модернизация лабораторной работы по спецкурсу «Оптический неразрушающий контроль».

1. Афанасьев В.А. Оптические измерения. - М., Недра, 1968.

СОЗДАНИЕ АНИМИРОВАННЫХ РИСУНКОВ ДЛЯ ЛЕКЦИОННЫХ ДЕМОСТРАЦИЙ ПО ФИЗИКЕ

*Национальный технический университет «ХПИ»
Ст.: А.Ю. Битюков, Н.А. Колодяжный, Н.А. Ковалева
Рук. доц. И.В. Синельник*

Понимание сложных абстрактных физических моделей и понятий значительно улучшается, если удастся их визуализировать, или найти удачный образ или аналогию. Компьютерные технологии, с одной стороны, упростили задачу демонстрации иллюстративных материалов, сопровождающих содержание курса физики, а с другой стороны выдвинули ряд требований и ограничений для эффективного представления графической информации.

Создание иллюстраций для компьютерных презентаций по физике, в том числе лекционных, требует соблюдения законов и правил целого ряда дисциплин. Во-первых, самой физики. Рисунок для лекционной демонстрации является информационной моделью объекта или явления. Точная передача физического смысла, ясность представления процессов и явлений без их упрощений, делает необходимым детальную проработку физической модели представляемого объекта. Во-вторых, дизайна. Эффективное представление информации без искажений, с учетом возникающих оптических иллюзий возможно только с учетом правил графического дизайна. В-третьих, психологии. Закономерности восприятия графической информации являются специфическими и отличаются от закономерностей восприятия информации в текстовой или аудиальной форме. В-четвертых, компьютерных графических систем. Разнообразные графические редакторы (растровые, векторные), системы объемного компьютерного моделирования и проектирования предоставляют широкие возможности для создания двумерных и трехмерных изображений, но имеют и свои ограничения. Правильный выбор компьютерных средств обеспечивает эффективное представление информации. Поэтому создание анимированных рисунков происходит в несколько этапов: отбор содержания; разработка идеи или концепции; поиск аналогов, уточнение идеи; выбор графических средств; реализация, собственно создание рисунка; интеграция в общую презентацию, создание сценария демонстрации; добавление анимации. Представлены примеры анимированных рисунков по курсу физики.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОЙ ОПТИКИ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. Д.В. Севрюков

Рук. с.н.с. П.Ю. Першин

Рентгеновские лучи - электромагнитное ионизирующее излучение, занимающее спектральную область между гамма- и ультрафиолетовым излучением в пределах длин волн 0.001 – 100 нм. Рентгеновские лучи с длиной волны $\lambda < 0,25$ нм условно называются жёсткими, с $\lambda > 0,25$ нм — мягкими рентгеновскими лучами.

Основными особенностями взаимодействия рентгеновского излучения с веществом являются:

1. Все вещества поглощают рентгеновское излучение
Рентгеновским излучением можно считать любое электромагнитное излучение, способное ионизировать хотя бы одну внутреннюю оболочку атома. Именно этим определяется поглощающая способность вещества.
2. Показатель преломления меньше 1
У всех веществ в рентгеновском диапазоне показатель преломления меньше единицы. Вследствие того, что показатель преломления меньше 1 возникает эффект полного внешнего отражения.
3. Показатель преломления близок к 1

Существует несколько типов оптических систем в зависимости от принципа работы:

1. Рентгенооптические элементы в скользящей геометрии

Шепчущая галерея

Волновод (Оптика Кумахова)

Объектив (телескоп) Вольтера

2. Многослойная оптика

Многослойные рентгеновские зеркала (нормальное падение) - оптическое устройство, служащее для управления рентгеновским излучением (отражения рентгеновских лучей, фокусирования и рассеивания).

Объектив Шварцшильда

Зонные пластинки Френеля - плоскопараллельная стеклянная пластинка с выгравированными концентрическими окружностями, радиус которых совпадает с радиусами зон Френеля.

1. Рентгеновская оптика преломления

Дефекты рентгенооптических элементов:

1. Шероховатость

Наиболее существенное влияние на коэффициент отражения оказывают межплоскостные шероховатости на границах раздела соседних слоев многослойного зеркала. Эти шероховатости атомных размеров.

2. Взаимодействие

Взаимодиффузия соседних слоев многослойных зеркал (рисунок 4.2) накладывает определенные ограничения на выбор материалов, составляющих структуру. В то же время, небольшое размытие границ между слоями мало сказывается на коэффициенте отражения в первом брэгговском пике.

3. Взаимодействие с атмосферой

Вследствие взаимодействия оптических элементов с атмосферой происходит их окисление, что пагубно сказывается на рентгенооптических свойствах.

Рассмотрены особенности взаимодействия рентгеновского излучения с веществом, которые позволяют сформулировать принципы построения элементов оптики в рентгеновском диапазоне. Существует большое количество рентгенооптических элементов, различающихся принципом работы, среди которых четыре типа рассмотрены в данной работе: оптика в скользящей геометрии, многослойные зеркала, зонные пластинки Френеля, преломляющая оптика. Рентгеновская оптика позволяет по мере надобности на порядок уменьшить масштаб исследуемых объектов, развивать традиционные направления науки (материаловедение, биология, медицина и др.) и получать новую информацию. Наномасштабы составляющих конструкции рентгенооптического элемента естественным образом приводят к наличию дефектов в его строении (шероховатость, неровности, взаимодействие и др.). Проведение научных исследований будет способствовать дальнейшему развитию рентгеновской оптики.

МЕТРОЛОГІЧНИЙ ТРИКУТНИК

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

Ст. М. Ю. Бурдина

Рук. М.В. Москалец

Метрологія, наука про вимірювання, способи їх проведення, та можливу точність результатів, є необхідною складовою сучасної фізики та людського життя в цілому. Жоден експеримент неможливий без, по-перше, точно проградуєваних приборів, а також без правильної обробки результатів. Але найбільшою проблемою метрологічних засобів є точність.

Звичайно усі метрологічні еталони також у деякому сенсі є результатами експерименту, бо вираховані з констант, що можна визначити лише емпірично. Це означає, що точність є першою метою науковців, що працюють в цій галузі. У поданій роботі описується один із методів, що дозволяє із точністю визначити три константи, що приведуть до еталонів струму, напруги та опору.

Цей метод поданий в темі роботи, його назва — Квантовий метрологічний трикутник. Експеримент полягає в застосуванні закону Ома до квантових систем. Він складається з трьох взаємозв'язаних експериментів, що діють за принципом “кола”: дані введені нами в систему маємо отримати на виході, це і покаже точність з якою в ході кожного з експериментів виміряні константи. Трикутник складають квантова помпа, квантовий ефект Хола та ефект Джозефсона. Константами є: константа Джозефсона (e - заряд електрону, \hbar - стала Планка) яка є пропорційна напрузі, константа Хола, що відповідає виразу (де ν цілим) та R_K , яка при абсолютно точному вимірюванні матиме значення заряду електрона.

Важливим є те, що стандарти для трьох електричних величин базовані лише на двох світових константах, на заряді електрона та на сталій Планка.

ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫМ МЕТОДОМ

*Харьковский национальный университет
радиоэлектроники
Ст. Н.А. Костина
Рук. доц. С.Н. Мешков*

Высокотемпературные напорные трубопроводы широко используются на предприятиях нефтегазового комплекса и энергетике. После определенного периода эксплуатации вследствие коррозии от воздействия среды, кавитационной эрозии, растрескивания дефектов сварки, нагрузочного коррозионного растрескивания и ухудшения материала в трубах возникают дефекты. Согласно статистике причиной более 50% взрывов, техногенных аварий и катастроф является невыявленные дефекты трубопроводов.

Для решения важнейшей проблемы контроля и диагностики трубопроводов необходимо проводить поиск новых методов, которые бы позволяли оценивать толщину стенок для последующей замены критически поврежденных участков трубопроводов.

Благодаря преимуществам теплового метода он может быть использован для контроля дефектов, таких как раковины и утонения стенок работающих высокотемпературных напорных труб.

Предварительная оценка возможностей теплового контроля была проведена путем машинного эксперимента, в ходе которого была составлена теплофизическая модель объекта и решена соответствующая прямая задача теплопроводности.

Теплофизическая модель объекта контроля показана на рис. 1.

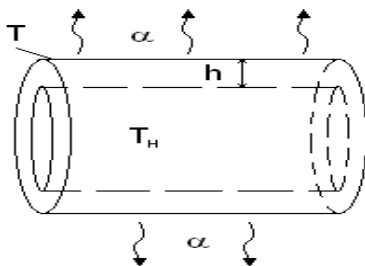


Рис.1 - Модель исследуемого объекта.

Условия решения теплофизической задачи:

- труба нагревается изнутри (граничные условия первого рода) при температуре носителя T_n и коэффициенте теплоотдачи α_1 .
- снаружи имеется теплоотдача в окружающую среду с коэффициентом теплоотдачи α_2 и температурной среды T_c .
- коэффициент теплопроводности материала трубы λ .

Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Оценка чувствительности теплового метода контроля

$h_1, \text{мм}$	12				16					
$T_n, ^\circ\text{C}$	200				40	100	200			
$\Delta h, \text{мм}$	2	4	6	8	8	8	2	4	6	8
$\Delta T_c, ^\circ\text{C}$	2,3	3,28	4,11	6,92	0,56	1,12	0,34	0,61	1,22	2,83

Чувствительность современных тепловизоров составляет 0,1- 0,2 $^\circ\text{C}$. Достоверное выделение оператором зон с аномальной температурой, которые соответствуют дефекту, возможно при 3-5 кратном превышении сигнала над шумом. Как следует из таблицы 1, все значения $\Delta T_c, ^\circ\text{C}$ превышают порог обнаружения дефектов по указанному критерию, что говорит о перспективности применения метода теплового контроля.

По мере утоньшения стенки в этом месте уменьшается тепловое сопротивление и на поверхности трубы формируется тепловая аномалия (локальный перегрев).

Экспериментально была промоделирована ситуация возникновения и развития подобной тепловой аномалии. Схема эксперимента показана на рис.2. В качестве объекта был использован лист металла (2) толщиной 2 мм. С одной стороны лист нагревался тепловой пушкой (1), а с другой стороны был установлен тепловизор (3). Тепловизор работал в режиме записи термофильма (покадровой регистрации).

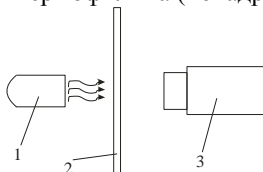


Рис.2 Схема эксперимента по моделированию процесса изменения теплового сопротивления (утоньшения) трубы

Динамика развития температурной аномалии, соответствующей реальному процессу уменьшения температурного сопротивления («утонышению») модельного объекта показана на рис.3.

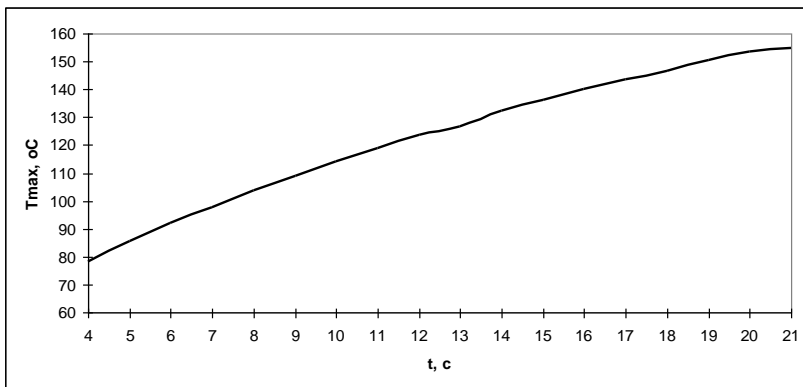


Рис. 3 Динамика тепловой аномалии («утонышения») на модельном объекте

В тепловом неразрушающем контроле если известна динамика процесса можно предсказать время достижения заданных значений температуры в определенных точках температурного поля (что в данном случае соответствует уменьшению толщины объекта). Исходя из принципа подобия, при наличии регулярных температурных измерений аномальных температурных зон на поверхности трубы (например, с периодичностью 1 раз в год) можно сделать предположение о времени достижения критического уровня ее утоньшения.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

Создана теплофизическая модель объекта (трубы). Решена задача теплопроводности. Теоретически показано, что температурная чувствительность современных тепловизоров позволяет оценивать температурные аномалии, которые соответствуют местам утоньшения труб. Проведен эксперимент по временному развитию тепловой аномалии на модельном объекте. Показано, что периодические тепловизионные обследования могут позволить прогнозировать время достижения критических значений температуры.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ СНЕЖИНОК

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: Д.М. Главчев, О.К. Цebro

Рук. доц. И.В. Синельник

С давних времен и до сегодняшнего дня снежинки вызывают удивление и восхищение. Однако они представляют и значительный научный интерес с точки зрения исследования механизмов кристаллообразования в неравновесных условиях и как представители дендритных кристаллов, являющимися переходной формой между массивными кристаллами и фракталами.

Впервые научное исследование снежинок и механизмов их формирования было выполнено И.Кеплером. В начале XX века американский исследователь У.Бентли создал фотографический атлас снежинок. Выращиванием снежинок в лабораторных условиях и изучением закономерностей их формирования занимается К.Либрехт. В течение XX века накоплен огромный эмпирический материал относительно закономерностей формирования снежинок, но полностью механизм этого процесса не ясен.

В последние годы для понимания механизма образования снежинок активно используются методы компьютерного моделирования. В основе предлагаемых моделей лежат основные свойства кристаллов льда: гексагональная кристаллическая решетка; расположение атомов кислорода в вершинах тетраэдра, напоминающее структуру алмаза, разупорядоченность в расположении атомов водорода; зависимость морфологии образующихся кристаллов льда от физических условий их формирования — давления, температуры, влажности. Обзор научной литературы и программных продуктов показал, что существует несколько основных подходов к моделированию процессов образования неравновесных кристаллов вообще и снежинок в частности. К ним относятся: методы молекулярной динамики; агрегация микрокристаллов, ограниченная диффузией; численное решение уравнений кристаллообразования; построение фрактальных деревьев и ковров с учетом симметрии снежинки.

Для объяснения разнообразия формы снежинок на основе симметричного и комбинаторного подходов нами была выполнена оценка вероятности обнаружения одинаковых по форме снежинок при одинаковых физических условиях их формирования.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА: ФИЗИКА И ХИМИЯ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. Ю.Б. Липуса

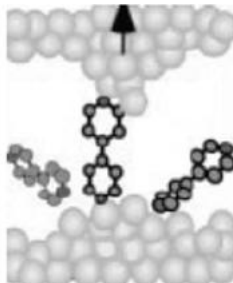
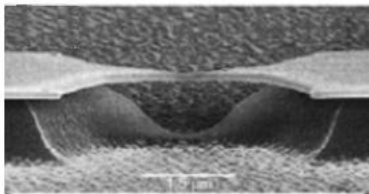
Рук. доц. В.А. Лыках

Молекулярная электроника предполагается в качестве электроники будущего. Это обусловлено рядом причин, наиболее весомые – удобство трансформирования органических молекул, низкое энергопотребление и возможность их самоорганизации (что облегчает промышленное производство). Однако не стоит сравнивать молекулярную электронику с более зрелой системой CMOS (*Complementary-symmetry/metal-oxide semiconductor* в русском варианте КМОП - комплементарная логика на транзисторах металл-оксид-полупроводник), это долгосрочное целевое исследование. На данном этапе сложно представить себе новую технологию, полностью заменяющую кремний и вытесняющую КМОП-технологию, как устаревшую. Человечество может этого достичь через несколько десятилетий, когда вся электроника, вероятно будет построена из отдельных атомов и молекул, но в то же время гибридные молекулярно-кремниевые технологии смогут продлить срок службы КМОП.

В данной работе приведены некоторые методы исследования электропроводности (в зависимости от угла поворота заместителей, или облучения например), способы изготовления самоорганизующихся мономолекулярных слоев (СОМС) и непосредственное применения в электронных устройствах. Принципиальная возможность использования отдельных молекул как активных элементов микроэлектроники была высказана Р. Фейнманом еще в 1957 году. В основу молекулярной электроники положена демонстрация в 1971 Манном и Куном туннельного транспорта через монослой алифатических цепей [1].

Исследование электропроводности монослоев.

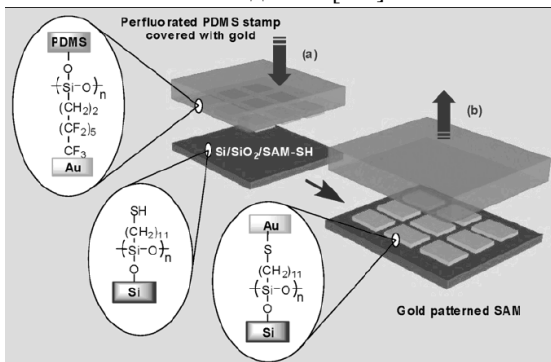
Для измерения электрической проводимости используют сканирующий туннельный микроскоп с глубоким вакуумом. Суть заключается попеременном замыкании кантилевером (вернее иглой на его кончике) контакта с золотым электродом в растворе с необходимыми молекулами. Данный метод обеспечивает статистический метод измерения проводимости [2].



Для измерения электрической проводимости используют сканирующий туннельный микроскоп с глубоким вакуумом.

Схема разрыва контакта с помощью иглы СТМ: справа- точечный контакт молекула-электрод, слева микрофотография соединения [3]

Другой метод исследования – использование нанопроволоки в растворе содержащим исследуемые молекулы. Во время ее разрыва, несколько изучаемых молекул способны замкнуть контакт, тем самым давая возможность их исследовать [4-5].



Изготовление СОМС осуществляется с помощью электронно-лучевой литографии.

Нанотрансферная печать (nTP) основана на литографии нано-масштаба.

Сначала на подложку наносят монослой с тиольной

концевой группой. Затем прикладывают форму уже покрытую золотом. После снятия формы золото остается на СОМС. [6-7] (PDMS-Polydimethylsiloxane)

Молекулярная память.

Особенности гибридных молекулярно-кремниевых схем:

- 1). Легкая интеграция в промышленность, молекулярные монослои способны самоорганизовываться на различных субстратах.
- 2). Легкость управления свойствами памяти (напряжение записи/стирания, время удерживания) – в зависимости от строения молекулы, способа ее подключения, установки, а так же от свойств подложки.

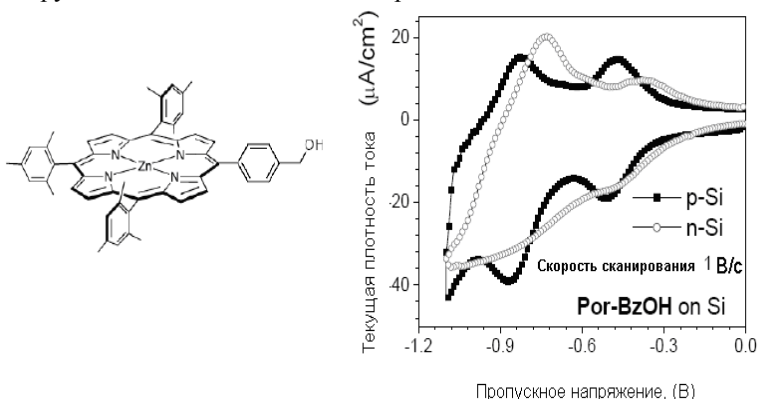
3). Количество накопленного заряда будет зависеть только от числа молекул, а не от приложенного напряжения.

Проблемы данной области:

- 1). Термолабильность органических молекул – для интеграции с КМОП требуется стабильность молекул при не ниже 400°C.
- 2). Невысокая надежность и выносливость под циклическими электрическими нагрузками.
- 3). Исследование контактных свойств
- 4). Эффективные способы характеристики гибридных кремниевых устройств.

Как правило для молекулярной памяти используются молекулы, способные сохранять заряд, редокс-активные молекулы, например - металлоцены, порфирины, катенаны и ротоксаны. Выше перечисленные молекулы подразделяют на двух-форменные (образуют 2 стабильные формы, нейтральную и окисленную - катион, это может быть ферроцен), трех-форменные – металлопорфирины (имеют 3 стабильные формы – восстановленная (или нейтральная), катион (+1) и катион (+2)) и мульти-форменные (как правило аддукты металлоценов и металлопорфиринов) – имеют более 3х стабильных редокс форм за счет последовательного окисления всех атомов металла.

Рассмотрим вольт-амперную характеристику цинк-порфирина с якорной группой в виде бензилового спирта.



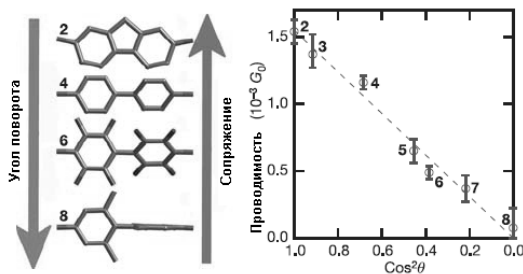
Пики соответствуют максимальному напряжению записи, площадь под ними – это количественная плотность молекул COMC.

На данной характеристике 1й пик тока наблюдается при малом отрицательном напряжении, что соответствует окислению нейтральных молекул в монозаряженный катион. Второй пик на более высоком

напряжении свидетельствует про туннелирование второго электрона с образованием би-заряженного катиона. Напряжение на p-Si и p-Si отличается из-за различного уровня Ферми в них.

Зависимость электропроводности от конформации.

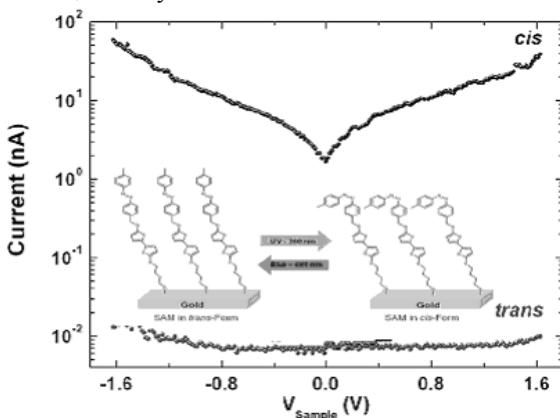
При возбуждении органической молекулы, она способна изменять свою конформацию. Различные конформации могут иметь различную проводимость. Такой эффект ожидается в сопряженных олигомерах, если один из мономеров способен закручиваться, или вылезать из плоской конфигурации молекулы. Скручивание одного из мономеров нарушает сопряжение вдоль скелета, тем самым снижая эффективность переноса заряда вдоль молекулы. Конфигурацию системы можно изменить химическим путем – объемными заместителями, вызывающими стерическое напряжение.[8]



На рисунке показаны графики зависимости проводимости от квадрата косинуса торсионного угла. Очевидно что с ухудшением сопряжения проводимость падает.

Конформация так же может быть изменена с

помощью облучения.



Например, под воздействием УФ (360нм) облучения молекулы азобензола показывают переход от термодинамически более стабильной транс-конфигурации в цис-, а также обратимую изомеризацию си-

ним светом (480нм). Азобензолы можно использовать в качестве различных сверх-чувствительных датчиках и анализаторах, т.к. его изомерные формы сильно отличаются по проводимости. [9]

В заключении стоит сказать что молекулярная электроника – технология будущего, которая очень бурно развивается. В данной работе показана лишь малая толика того как можно изучить и применить такой универсальный материал, как органические молекулы.

Список литературы:

1. B. Mann and H. Kuhn, "Tunneling through fatty acid salt monolayers," J. Appl. Phys., vol. 42, pp. 4398-4405, 1971.
2. D. J. Wold and C. D. Frisbie, "Formation of metal-molecule-metal tunnel junctions: Microcontacts to alkanethiol monolayers with a conducting AFM tip," J. Am. Chem. Soc., vol. 122, pp. 2970-2971, 2000.
3. B. Xu and N. J. Tao, "Measurement of single-molecule resistance by repeated formation of molecular junctions," Science, vol. 301, pp. 1221-1223, 2003.
4. D. Dulic, et al., "Controlled Stability of Molecular Junctions," Angew. Chem. Int. Ed. Engl., vol. 48, pp. 8273-8276, 2009.
5. C. Kergueris, et al., "Electron transport through a metal-molecule-metal junction," Phys. Rev. B, vol. 59, pp. 12505-12513, 1999.
6. Y.-L. Loo, et al., "Electrical contacts to molecular layers by nanotransfer printing," Nano Lett., vol. 3, pp. 913-917, 2003.
7. Y. Xia and G. M. Whitesides, "Soft lithography," Angew. Chem. Int. Ed. Engl., vol. 37, pp. 550-575, 1998.
8. D. Vonlanthen, et al., "Chemically Controlled Conductivity: Torsion-Angle Dependence in a Single-Molecule Biphenyldithiol Junction," Angewandte Chemie International Edition, vol. 48, pp. 8886-8890, 2009.
9. J. M. Mativetsky, et al., "Azobenzenes as Light-Controlled Molecular Electronic Switches in Nanoscale Metal-Molecule- Metal Junctions," J. Am. Chem. Soc., vol. 130, pp. 9192-9193, 2008.

ПОЛИГРАФ-СРЕДСТВО ПРОТИВ ЛЖИ

Национальный технический университет «ХПИ»

Ст.. А.В. Демченко

Рук. доц. Ю.В. Меньшов

Полиграф (poligraph, от греческого πολύ-много и γραφω-писать, синоним «детектор лжи») представляет собой техническое средство, используемое при проведении инструментальных психофизиологических исследований для синхронной регистрации параметров дыхания, сердечно-сосудистой активности, электрического сопротивления кожи, а также, при необходимости и возможности, других физиологических параметров с последующим представлением результатов регистрации параметров в аналоговом или цифровом виде. Целью работы полиграфа является оценка достоверности сообщенной информации. Еще в древние времена необходимость выявления лжи волновала людей. Эту задачу решали, как правило, наиболее мудрые члены сообщества – вожди, старейшины, шаманы. В разных странах использовались специальные ритуалы с различными ключевыми качествами (слюноотделение, двигательная активность рук, раздражительность и т.п.) по которым определялась правдивость высказываний. Однако, только в конце XIX века были сконструированы первые приборы, способные оценить реакцию человека на страх (плетизмограф итальянца Анжело Моссо). Прообраз современного полиграфа впервые был предложен в 1921 году американцем Джоном Ларсенсом. Современные полиграфы подразделяют на аналоговые и цифровые. Они включают в себя большое количество разнообразных датчиков. Датчики измеряют верхнее (грудное) и нижнее (диафрагменное) дыхание; пульс, кровенаполнение сосудов, артериальное давление; сопротивление кожи, кожно-гальванический рефлекс, двигательную активность (датчики тремора). Микрофоны, например предназначены для более точной фиксации момента вопроса. Полиграмма в общем содержит следующие компоненты: фон, реакцию, артефакт. Физика процесса состоит в сравнительном анализе параметров колебательных процессов, таких как частота, амплитуда, фаза, а также в измерении температуры, влажности и т.п. Именно знание физических основ работы полиграфа позволяет «обманывать прибор» и именно поэтому результаты полиграфа не являются доказательством в суде.

ОТРАБОТАВШИМ БЛОКАМ ПИТАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ – НОВУЮ ЖИЗНЬ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. Б. Бравичев
Рук. проф. Ю.И. Подъячий*

Согласно закону Мура, каждые 18 месяцев количество транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, удваивается. Соответственно удваивается мощность персональных компьютеров (ПК). Другими словами, компьютеры стареют весьма быстро, и уже не могут обеспечить тех потребностей пользователя, в которых тот нуждается. Поэтому, приобретаются более новые модели вычислительной техники, а устаревшие – отправляются на утилизацию. При этом основные функциональные блоки старого ПК все еще работоспособны. В частности, совершенно пригоден для дальнейшего использования импульсный блок питания (ИБП). При незначительной переделке его с успехом можно использовать для питания различного рода радиоэлектронной аппаратуры и заряда аккумуляторных батарей. Мощность таких источников питания колеблется от 200 до 900 Вт. Поэтому очевидна целесообразность переделки блока питания ПК в лабораторный источник электрической энергии вместо того, чтобы приобретать в торговой сети достаточно дорогостоящие БП промышленного изготовления.

Импульсный БП имеет, как правило, четыре номинала не регулируемых выходных напряжений: ± 12 В и ± 5 В при выходном токе от 8 А до 20 А. Обязательно предусмотрена защита от короткого замыкания.

Модернизация компьютерного блока питания заключается в следующем: отключение внутренней защиты от короткого замыкания; изменение цепи обратной связи, что позволяет варьировать выходное напряжение в широких пределах; установка стабилизированного источника для питания микросхемы широтно-импульсной модуляции (ШИМ); подключение узлов стабилизации выходного тока и индикации величин выходного напряжения и тока в цифровом формате.

В данной работе проведена модернизация импульсного блока питания стандартного ПК. Модернизированный источник питания имеет сле-

дующие характеристики: = входное переменное напряжение – 110...220 В; = диапазон изменения постоянного выходного стабилизированного напряжения – 3...24 В; = напряжение пульсаций при токе нагрузки, равном 5А, – не более 25 мВ; = величина выходного стабилизированного тока – 0...10 А.

Структурная схема модернизированного блока питания приведена на рисунке 1. Здесь: А1 – стандартный компьютерный блок питания, ST – стабилизатор напряжения, А2 – стабилизатор тока и индикатор выходных параметров (напряжения и тока).

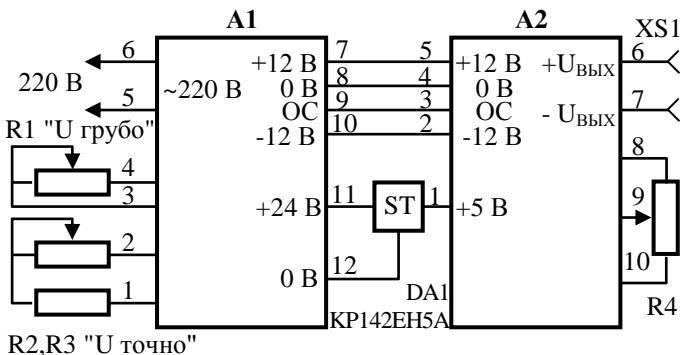


Рисунок 1

Назначение элементов на структурной схеме следующее. Резистор R1 служит для грубой регулировки выходного напряжения. Подключается вместо цепей обратной связи в ИБП к входу микросхемы усилителя ошибки. Резистор R2 выполняет функцию плавной регулировки выходного напряжения. Разность потенциалов на входе усилителя ошибки приводит к появлению сигнала ошибки на выходе этого усилителя (входит в состав микросхемы), который в свою очередь влияет на длительность импульсов, открывающих силовые транзисторы, что приводит к изменению напряжения на выходе.

Одна из схем подключения приведена на рисунке 2. При этом необходимо учесть, что ИБП разных производителей имеют различия в принципиальной схеме, что требует ее предварительного изучения перед модернизацией.

Интегральный стабилизатор DA1 применяется для стабилизации напряжения питания узла А2. Для этого используется напряжение питания микросхемы ШИМ +24В. Также это напряжение необходимо

использовать для питания вентилятора охлаждения через токоограничивающий резистор R7.

Узел стабилизации выходного тока (рисунок 3) собран на

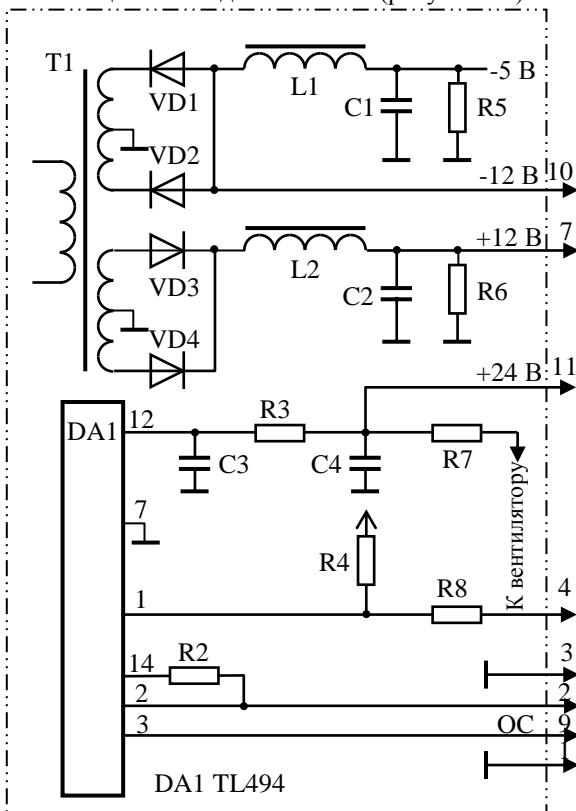


Рисунок 2

операционном усилителе DA1. На его неинвертирующий вход подано напряжение с резистора R3, включенного в минусовый провод выходной цепи блока питания. На инвертирующий вход DA1 поступает образцовое напряжение с переменного резистора R4 (рисунок 1), которым задают уровень стабилизации тока. Через диод VD1 напряжение обратной связи поступает на вывод 3 ШИМ-контроллера (рисунок 2), чем собственно и осуществляется стабилизация тока.

Измеритель напряжения и тока выполнен на микросхеме аналого-цифрового преобразователя DA2, включенной по типовой схеме. Выбор режима работы – измеритель напряжения или тока – осуществляют с помощью переключателя SB1. Измеренные параметры отображаются с помощью индикаторов HG1-HG4.

Таким образом, при использовании описанных выше нововведений, получаем недорогой и надежный лабораторный импульсный блок питания с возможностью регулировки напряжения и уровня стабилизации выходного тока, при малом уровне пульсаций.

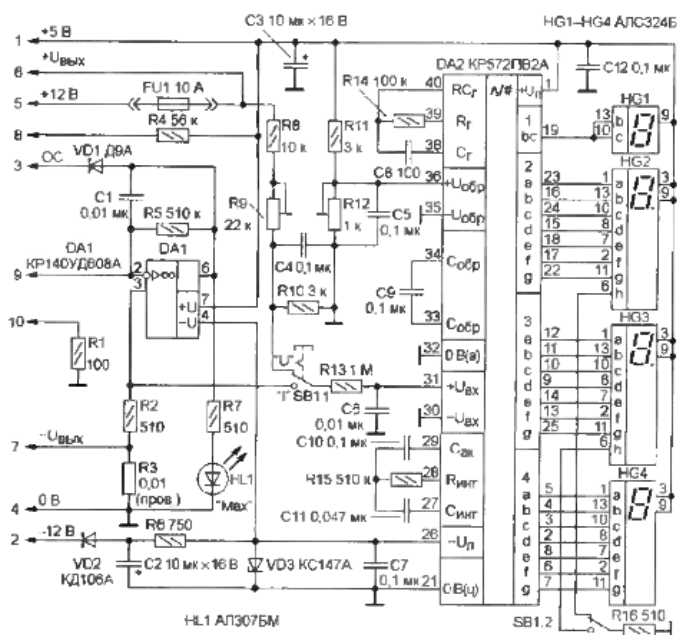


Рисунок 3

КУЛЬОВА БЛИСКАВКА

*Харківський національний університет
ім. В.В. Докучаєва*

*Ст. О. Крюков
Кер. ст. викл. Є. А. Пивовар*

Уявлення про реальні властивості кульової блискавки складається на основі окремих випадків її спостереження, що дає змогу одержати інформацію про її властивості. Вчені розрізняють два види кульових блискавок: це вільно плаваюча і прикріплена блискавки. Відомо багато випадків, коли вільно плаваюча поблизу людей кульова блискавка була цілком безпечною, вона ніби уникала контакту з ними. Прикріплена блискавка має іншу поведінку, вона затримується на провідниках, або котиться вздовж них, нагріває і навіть плавить метал. На людському тілі вона здатна зробити важкі опіки. Можливо, це не два види кульових блискавок, а її різні стани, оскільки здебільшого випадків, коли фіксувався момент руйнування кульової блискавки, її можна описати як прикріплену.

Багато вчених намагались проникнути в таємницю кульових блискавок. Їхні погляди на це явище природи відображено в понад 100 гіпотезах. Більшість з них умовно можна розділити на плазмохімічні, електричні та такі, що пов'язані з оптичною уявою. Сама кількість висунутих гіпотез свідчить про відсутність усталених поглядів на цю проблему.

1. Стаханов И.П. О физической природе шаровой молнии. — Москва : (Атомиздат, Энергоатомиздат, Научный мир), (1979, 1985, 1996). — 240 с.
2. С. Сингер Штампування // Природа шаровой молнии. — Мир, 1973. — 239 с.
3. Григорьев А. И. Шаровая молния. Ярославль: ЯрГУ, 2006. 200 с.
4. Лисица М. П., Валах М. Я. Занимательная оптика. Атмосферная и космическая оптика. Киев: Логос, 2002, 256 с.
5. Стаханов И. П. О физической природе шаровой молнии, М., Энергоатомиздат, 1985, 208 с.

ФОТОХРОМИЗМ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. Д.В. Петров

Рук. доц. Т.И. Храмова, ст. пр. С.С. Кривonos

Фотохромизм – явление обратимого фотоиндуцированного перехода вещества из одного состояния в другое, отличающееся появлением или изменением окраски. Фотохромный цикл в общем виде выглядит как переход вещества под действием кванта света $h\nu_1$ из состояния А с поглощением при длине волны λ_1 в состояние В с поглощением при λ_2 . В исходное состояние вещество возвращается либо спонтанно (за счёт тепловой энергии kT), либо под действием света $h\nu_2$.

Фотохромный эффект веществ под действием фотохромически активного света обусловлен обратимыми перестройками веществ на молекулярном уровне и воспроизводимостью на одном и том же объекте. В основе обратимых фотопревращений веществ, сопровождающихся изменением спектров поглощения в видимой области, лежат физический и химический фотохромизм. Физический фотохромизм обусловлен переходом атомов и молекул при поглощении света на конечное время в электронно-возбуждённое состояние. Химический фотохромизм связан с глубокими внутримолекулярными перестройками вещества под действием света. Необходимым условием осуществления любого фотопроцесса является поглощение молекулами света. Целью данной работы является более подробное рассмотрение явления фотохромизма в неорганических материалах, а конкретно – в стёклах. В настоящее время фотохромные стёкла можно разделить на две группы: стёкла на основе окислов переменной валентности и гетерофазные системы, состоящие из матричного стекла и мелкодисперсной светочувствительной фазы, имеющей кристаллическое строение. Уникальная способность фотохромного стекла автоматически изменять своё светопропускание в зависимости от интенсивности активирующего излучения позволила использовать их в устройствах защиты зрения и электронно-оптических приборах от излучения различных источников, в том числе от солнечного света и светового излучения ядерных взрывов. Фотохромные стёкла могут использовать как в военной сфере (защита ЕОП от ядерного светового излучения), так и в медицинской оптике (офтальмологические линзы для защиты зрения от солнечного излучения).

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ В НЕЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. Д.А. Хмеленко

Рук.: доц. И.В. Синельник, ст. пр. Н.Е. Оверко

Нелинейные колебания в электрических цепях представляют как практический, так и научный интерес. Реальные процессы, происходящие в сложных электрических цепях носят, как правило, нелинейный характер. Кроме того они могут служить хорошей моделью нелинейных процессов различной физической природы.

На рис. 1 представлена электрическая цепь, экспериментально исследованная П.Линсеем [1], а позже – Д. Смитом [2]. Основным результатом оказалось появление хаотических колебаний на выходе цепи при увеличении амплитудного значения входного напряжения. Л. Чуа предложил общий подход к рассмотрению подобных систем [2]. Однако механизмы появления хаотических колебаний не были выявлены. Поэтому целью данного исследования было построение математической модели такой электрической цепи, выяснение механизмов возникновения хаотических колебаний и сравнение полученных результатов с экспериментальными.

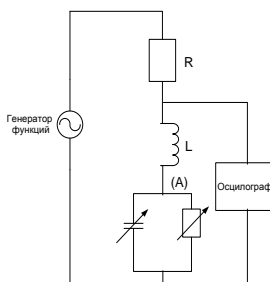
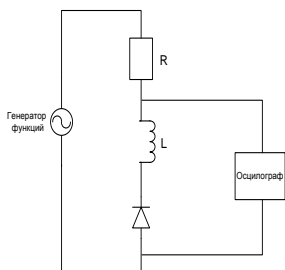


Рисунок 1. Электрическая схема Рисунок 2. Схема с замещением диода
исследуемой цепи

Объект исследования – это нелинейная электрическая цепь, состоящая из резистора R , катушки индуктивности L и диода, соеди-

ненных последовательно. Сопротивление резистора $R = 200$ Ом, индуктивность катушки $L = 100$ мкГн. Нелинейный элемент цепи – диод. На вход цепи подключен генератор функций. Результат фиксируется с помощью осциллографа, который подключен параллельно катушке индуктивности и диоду.

Диод – сложный нелинейный элемент, и для его рассмотрения была использована схема замещения переменным сопротивлением и переменной емкостью, соединенными параллельно, представленная на рис. 2.

На основании правил Кирхгофа, записанных для схемы, приведенной на рисунке 2, было получено следующее уравнение:

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + \left(\frac{R}{L} + \frac{1}{CR_D} \right) \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} \left(\frac{R}{R_D} + 1 \right) q = \frac{1}{L} \varepsilon_0 \sin \omega t, \quad (1)$$

где

R_D - динамическое сопротивление диода

C - переменная емкость диода

$\varepsilon_0 \sin \omega t$ - зависимость ЭДС от времени, начальная фаза

q - заряд на обкладках конденсатора.

Динамическое сопротивление R_D – это отношение малых приращений напряжения и тока в рабочей точке (производная). Было установлено, что результаты моделирования определяются свойствами нелинейного элемента. Поэтому ключевое значение имеет точное значение характеристик замещающих элементов – нелинейного сопротивления и емкости. Значение сопротивления вычислялось на основании ВАХ из документации диода. Для получения расчетных значений была выполнена аппроксимация вольт-амперной характеристики и зависимости емкости от входного напряжения. Исследованы различные способы аппроксимации – степенная зависимость, полиномиальная и некоторые другие. Отдельно рассмотрены вопросы экстраполяции полученных зависимостей на область малых значений входного напряжения, для которых отсутствуют паспортные характеристики.

Для численного моделирования колебаний решалось дифференциальное уравнение (1) методом Эйлера. Начальные значения $t=0$, $q=0$, $I=0$. dt – шаг по времени, который может варьироваться и выбирается из условий моделирования.

Полученное в качестве решения значение заряда можно использовать для дальнейшего расчета выходного напряжения. Формула расчета имеет следующий вид.

$$U_{\text{вых}} = \frac{q}{C} + L \frac{dI}{dt} = \frac{q}{C} + L \left(\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{CR_D} \frac{dq}{dt} \right).$$

Было разработано приложение, реализующее приведенный алгоритм расчета выходного напряжения. Проведено экспериментальное исследование, включавшее измерение характеристик диода и изучение нелинейных колебаний в рассматриваемой цепи. Полученные путем моделирования результаты сравнивались с экспериментальными, один из которых приведен на рис.3 (зависимость выходного напряжения от времени при амплитуде входного напряжения 3,82 В и частоте 450 кГц).

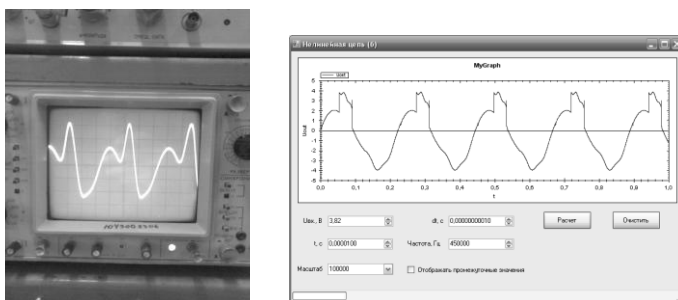


Рисунок 3. Результат эксперимента

Результаты моделирования показали хорошее качественное согласие с результатами эксперимента.

Литература

1. Смит Д. Генерирование хаоса в домашних условиях // В мире науки, 1992.- № 3. - с. 80-83.
2. P.Linsay. Period Doubling and Chaotic Behavior in a Driven Anharmonic Oscillator // Phys. Rev. Lett. – 1981. V.47. – p.1349.
3. Chua, L.O., Komuro, M., Matsumoto, T. "The Double Scroll Family, " IEEE Transactions on Circuits & Systems, 1986, vol.CAS-33, no.11, pp.1073-1118

МИЛЬНІ БУЛЬБАШКИ

*Харківський національний університет
ім. В.В. Докучаєва*

Ст. О. Рідкокаша

Кер.: ст. викл. Є. А. Пивовар

Ця робота присвячена мильним бульбашкам. Чому я вибрала цю тему? По - перше, мильні бульбашки - це дуже красиво, невідпачково їх так люблять діти, і не тільки діти. "Мыльный пузырь, пожалуй, самое восхитительное и самое изысканное явление природы" Марк Твен.

По-друге, їх дуже просто зробити. Фізика - це наука про порівняно прості моделі, що піддаються опису, які з тим або іншим ступенем точності дозволяють описувати й прогнозувати складні явища природи. Мильні бульбашки дозволяють зрозуміти як загальні закони фізики виявляють себе в конкретних, іноді несподіваних явищах.

По-третє, як з'ясувалося в процесі роботи, виготовлення і вивчення мильних бульбашок дозволяє дослідити, продемонструвати, "відчути" безліч фізичних законів, які мають найважливіше значення в науці і техніці. До них відносяться: властивості рідин, поверхнева енергія (миючі розчини); плавання в рідинах і газах (літальні та підводні апарати); фізичні властивості та методи отримання тонких плівок (найширший спектр застосування від виробництва напівпровідникових мікросхем, а отже "залізна" основа інформаційних технологій доотримання рідкісних надчистих речовин); оптичні властивості тонких плівок (різноманітні лазерні технології, розпізнавання і запис інформації за допомогою лазерів, лазерна локація і системи наведення

По-четверте, живі клітини теж в деяких процесах кшталт мильних бульбашок, що робить роботу цінною з точки зору біології. Отже, дослідження мильних бульбашок виявилось цікавим, красивим і корисним заняттям.

1. Блінов Л. Молекули-русалки "Наука і життя", № 4, 1989
2. "Домашній монгольф'єр" "Наука й життя" № 6, 2001 р.
3. Гегулін Я.Е. Бульбашки - М.: Наука, 1985.

МИРАЖ

*Харьковский национальный университет
им. В.В. Докучаева*

*Ст. Я. Свергун
Рук. ст. пр. Е.А. Пивовар*

Мираж — оптическое явление в атмосфере: отражение света границей между резко различными по плотности слоями воздуха. Для наблюдателя такое отражение заключается в том, что вместе с отдалённым объектом (или участком неба) видно его мнимое изображение, смещённое относительно предмета.

В соответствии с установленным выше правилом, световые лучи вблизи поверхности земли будут в данном случае изгибаться так, чтобы их траектория была обращена выпуклостью вниз. Благодаря отмеченному выше искривлению лучей наблюдатель увидит их перевернутыми и воспримет как отражения соответствующих объектов в несуществующей воде. Так возникает иллюзия, представляющая собой «озерный» мираж.

Миражи второго класса, лучи которых загибаются за линию горизонта. Их называют верхними или миражами дальнего видения, их наблюдают в северных широтах. Миражи могут быть двойными, когда наблюдаются два изображения: прямое и перевернутое. Эти изображения могут быть разделены полосой воздуха (одно может оказаться над линией горизонта, а другое под ней), но могут непосредственно смыкаться друг с другом. Иногда возникает еще одно — третье изображение. Теперь предположим, что воздух у самой поверхности земли или воды не нагрет, а, напротив, заметно охлажден по сравнению с более высокими воздушными слоями. Световые лучи в рассматриваемом случае изгибаются так, что их траектория обращена выпуклостью вверх. Поэтому теперь наблюдатель может видеть объекты, скрытые от него за горизонтом, причем он будет видеть их вверху, как бы висящими над линией горизонта. Верхний мираж может давать как прямое, так и перевернутое изображение.

СКАНИРУЮЩИЙ ТУННЕЛЬНЫЙ МИКРОСКОП

ХНАУ им. В.В. Докучаева

Ст. А.А. Надточая

Рук. пр. А. А. Онищенко

Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ)- метод исследования структуры поверхности твердых тел, позволяющий четко визуализировать на ней взаимное расположение отдельных атомов. Туннельная сканирующая микроскопия основана на туннельном эффекте. Туннельный эффект - квантовый эффект, состоящий в проникновении квантовой частицы сквозь область пространства, в которой согласно законам классической физики нахождение частицы запрещено [1]. Классическая частица, обладающая полной энергией E и находящаяся в потенциальном поле, может пребывать лишь в тех областях пространства, в которых ее полная энергия не превышает потенциальную энергию U взаимодействия с полем. Поскольку волновая функция квантовой частицы отлична от нуля во всем пространстве и вероятность нахождения частицы в определенной области пространства задается квадратом модуля волновой функции, то и в запрещенных (с точки зрения классической механики) областях волновая функция отлична от нуля.

Туннельный ток экспоненциально зависит от расстояния между зондом и образцом. $I_T \approx e \cdot n \cdot V \cdot D \cdot F$ Расстояние L входит в показатель степени экспоненциальной зависимости D от L - см. $D \approx e^{-2k_0 L}$, где D – вероятность прохождения электронов через зазор L в режиме туннельного эффекта. Поэтому при увеличении расстояния только на 0,1 нм показатель D и, соответственно, туннельный ток I_T уменьшаются почти в 10 раз. Это обеспечивает высокую разрешающую способность микроскопа по высоте объекта, поскольку незначительные изменения по высоте рельефа поверхности вызывают существенное увеличение или уменьшение туннельного тока. При работе СТМ расстояние между объектом и зондом $L \approx 0,3 \dots 1$ нм, поэтому вероятность нахождения между ними молекул воздуха при нормальных атмосферных условиях очень мала, т.е. протекание туннельного тока происходит в “вакууме”.

Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. М.: Наука, 1976.
Гл. XVI.

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕКЦИЯ

СЧЁТЧИК ГЕЙГЕРА-МЮЛЛЕРА

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. Е.Ю. Колесник

Рук. доц. Л.Г. Петренко

Первые детекторы ионизирующего излучения были изобретены Х.Гейгером и Э.Резерфордом в 1908 году. Позднее они были усовершенствованы Х.Гейгером и В.Мюллером и получили название счётчиков Гейгера-Мюллера. До сих пор этим приборам, изобретенным в самом начале прошлого века для нужд зарождающейся ядерной физики, нет, как это ни странно, сколько-нибудь полноценной замены. Счётчики Гейгера-Мюллера и сейчас - самые распространенные датчики ионизирующего излучения.

В своей основе счетчик Гейгера-Мюллера очень прост. В хорошо вакуумированный герметичный баллон с двумя электродами введена газовая смесь, состоящая в основном из легко ионизируемых неона и аргона. Баллон может быть стеклянным, металлическим и др. Обычно счетчики воспринимают излучение всей своей поверхностью, но существуют и такие, у которых для этого в баллоне предусмотрено специальное «окно». К электродам прикладывают высокое напряжение



Рис. 1. 1 - герметично запаянная стеклянная трубка; 2 - катод (тонкий слой меди на трубке из нержавеющей стали); 3 — вывод катода; 4 - анод (тонкая натянутая нить).

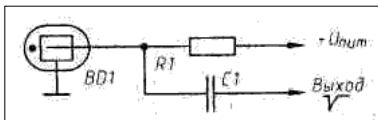


Рис.2

$U_{пит}$ (рис.2), которое само по себе не вызывает каких-либо разрядных явлений. В этом состоянии счетчик будет пребывать до тех пор, пока в его газовой среде не возникнет центр ионизации - след из ионов

и электронов, порождаемый пришедшей извне ионизирующей частицей. Первичные электроны, ускоряясь в электрическом поле, ионизируют «по дороге» другие молекулы газовой среды, порождая все новые и новые электроны и ионы. Развиваясь лавинообразно, этот процесс завершается образованием в межэлектродном пространстве электронно-ионного облака, резко увеличивающего его проводимость. В газовой среде счетчика возникает разряд, видимый (если баллон прозрачный) даже простым глазом.

Обратный процесс - возвращение газовой среды в ее исходное состояние - фактически определяющий его быстродействие является важной его паспортной характеристикой. В так называемых галогеновых счетчиках он происходит сам собой. Поэтому именно они оказались особенно удобными для применения в качестве датчиков ионизирующего излучения в бытовых приборах радиационного контроля.

Счетчики Гейгера способны реагировать на самые разные виды ионизирующего излучения - α -, β -, γ -, рентгеновское, нейтронное, ультрафиолетовое. Но реальная спектральная чувствительность счетчиков в значительной мере зависит от их конструкции. Так, входное окно счетчика, чувствительного к α - и мягкому β -излучению, должно быть очень тонким (например, слюда толщиной $3 \div 10$ мкм). Баллон счетчика, реагирующего на жесткое β - и γ -излучение, имеет обычно форму цилиндра с толщиной стенки $0,05 \div 0,06$ мм (он служит и катодом счетчика). Окно рентгеновского счетчика изготавливают из бериллия, а ультрафиолетового - из кварцевого стекла.

Каждая фиксируемая счетчиком частица вызывает появление в его выходной цепи короткого импульса. Число импульсов, возникающих в единицу времени, - скорость счета счетчика Гейгера - зависит от уровня ионизирующей радиации и напряжения на его электродах.

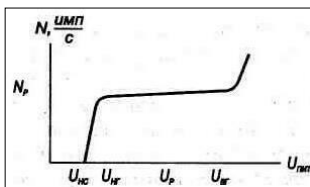


Рис.3

Типичный график зависимости скорости счета N_p от напряжения $U_{пит}$ показан на рис.3. Рабочее напряжение U_p выбирают в середине горизонтального участка, на котором малые колебания $U_{пит}$ не влияют на скорость счёта N_p .

Важнейшими характеристиками счётчиков Гейгера-Мюллера являются - зависимость скорости счета от уровня радиационного облучения счетчика, а также зависимость его радиационной чувствительности от энергии («жесткости») ионизирующих частиц.

Поскольку счетчик Гейгера является лавинным прибором, то по реакции такого прибора нельзя судить о первопричине его возбуждения. Выходные импульсы, генерируемые счетчиком Гейгера под действием α -, β -частиц, γ -квантов, ничем не различаются. Сами частицы совершенно исчезают в порождаемых ими лавинах-близнецах.

Тем не менее, счетчик Гейгера-Мюллера - очень важный измерительный прибор, который помог науке шагнуть далеко вперед и спас не одну тысячу жизней. Этот прибор функционален, эффективен, прост и точен и поэтому ему не находится замены уже более 100 лет.

[1] Л.Л.Гольдин и др. Руководство к лаб. занятиям по физике. М.: Наука, 1973, 688с.

[2] Р.В.Поль. Оптика и атомная физика. М.: Наука, 1966, 552с.

[3] Р.И.Грабовский. Курс физики. Изд.-Лань, 2006, 608с.

[4] И.В.Савельев. Курс общей физики. Том 2. М.: Наука, 1989, 464с.

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. О.В. Семененко
Рук.доц. В.В. Стариков*

Во все времена человечество проявляло огромный интерес к увеличению качества и продолжительности человеческой жизни.

Об этом постоянном желании человека заменить потерянные или поврежденные части тела говорят даже археологические раскопки.

В основном для этих целей использовали различные материалы животного, человеческого и минерального происхождения. Протезирование изменялось достаточно медленно, лишь после развития механики и становления материаловедения, как науки, начали появляться более совершенные типы протезов, хорошо имитирующие потерянную часть тела. Для новых материалов, устанавливались новые требования:

1. инертность к коррозии;
2. механическая прочность;
3. безвредность;
4. высокая степень приживляемость;
5. гиппоалергенность.

Эти требования исключили применение в качестве материалов для протезирования дерево и кость, а со временем драгоценные камни. золото и серебро.

Так медицина начала использовать: нержавеющую сталь — сложнолегированную сталь, устойчивую к коррозии в атмосфере и агрессивных средах. Её свойства определяют наиболее важные характеристики: антикоррозийные; легкий процесс обработки, формирования и сборки деталей; долговечность материала;

Кобальтохромовый сплав — недорогой сплав кобальта с хромом. Наиболее оптимальный вариант с учетом биосовместимости и стоимости. Благодаря своим свойствам он хорошо подходит для изготовления кламмерных протезов; используется в качестве материала для зубных протезов, коронарного стентирования и д.р.

Титан. При обычной температуре покрывается защитной пассивирующей плёнкой оксида TiO_2 , благодаря этому коррозионностоек в боль-

шинстве сред (кроме щелочной). Это и является его главным преимуществом при использовании в медицине.

Нитинол – сплав титана и никеля обладающий высокой коррозионной и эрозионной стойкостью и памятью формы.

Методы лечения, основанные на применении инструментов, выполненных из этого материала, значительно повысили качество, облегчили процесс лечения, в ряде случаев радикально уменьшили инвазивность вмешательств, получив, таким образом, всеобщее признание.

Тантал. При нормальных условиях малоактивен, на воздухе окисляется лишь при температуре свыше 280 °С, покрываясь защитной плёнкой Ta₂O₅.

Ниобий. Такие свойства как тугоплавкость, малое сечение захвата тепловых нейтронов, способность образовывать жаропрочные, сверхпроводящие и др. сплавы, коррозионная стойкость, хорошие обрабатываемость давлением на холоде и свариваемость обеспечивают востребованность этого элемента.

Цирконий. Обладает высокой стойкостью к воздействию биологических сред, даже более высокой, чем титан, и отличной биосовместимостью, благодаря чему применяется для создания костных, суставных и зубных протезов, а также, хирургического инструмента.

Керамические изделия — изделия из неорганических, неметаллических материалов (например, глины) и их смесей с минеральными добавками, изготавливаемые под воздействием высокой температуры с последующим охлаждением.

Важно не только использовать материалы с определенными свойствами, а и стимулировать биопроцессы внутри организма. По этому, активно развивается физиотерапия – специализированная область клинической медицины, изучающая физиологическое и лечебное действие природных и искусственно создаваемых физических факторов на организм человека. Физиотерапия включает в себя множество разделов:

- Лазеротерапия;
- Аэроионотерапия;
- Электропунктура;
- Электромиостимуляция;
- Применение ультразвука в физиотерапии;
- Магнитотерапия.

Я остановлюсь лишь на некоторых из них:

Электромиостимуляция — метод восстановительного лечения, в основе которого лежит электрическая стимуляция нервов и мышц, осуществляемая по средствам передачи тока с заданными характери-

стиками от миостимулятора к телу человека через электроды. Широко применяется для реабилитации пациентов после травм, с заболеваниями центральной и периферической нервных систем, в профессиональном спорте и косметологии.

Электропунктура – метод воздействия на биологически активные точки организма определенными видами токов низкой и высокой частоты.

Магнитотерапия – использование переменного низкочастотного, пульсирующего и постоянного магнитного поля с лечебной целью.

Механизм действия – образующиеся в тканях под воздействием магнитного поля токи низкой частоты вызывают движение электрически заряженных частиц, вследствие чего: интенсифицируются обменные процессы, улучшается микроциркуляция, улучшаются трофика и регенерация тканей, возникают анальгезирующий, успокаивающий эффекты.

В последнее время, все активнее обсуждается проблема объединения качественных свойств материалов и способами стимуляции процессов организма.

Одним из вариантов решения данной проблемы являются электреты. Электрет — диэлектрик, длительное время сохраняющий поляризованное состояние после воздействия внешнего электрического поля и создающий в окружающем пространстве квазипостоянное электрическое поле.

Применение электретов опр. специфическими свойствами костной ткани и направленно на восстановление ее естественных потенциалов.

В арсенале современной медицины есть множество материалов, способных заменять потерянные или отсутствующие органы человеческого организма.

Кроме того, медицина использует всевозможные способы стимуляции процессов в биотканях человека.

Электретные свойства материалов дают возможность объединить эти направления. Именно поэтому они, по признанию многих специалистов в данной области, являются чрезвычайно перспективными.

ИОНИСТОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНИКЕ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: А.С. Епифанова, А.А. Олейник

Рук.: доц. Ю.Г. Окладной, доц. В.К. Якуша

Ионистор (или суперконденсатор) - это энергонакопительный конденсатор, заряд в котором накапливается на границе раздела двух сред - электрода и электролита. Энергия в ионисторе содержится в виде статического заряда. Накопление совершается, если к его обкладкам будет приложена разность потенциалов (постоянное напряжение). Концепция создания ионисторов появилась недавно, и в настоящее время они заняли свою нишу применения. Ионисторы могут успешно заменять химические источники тока в качестве резервного (микросхемы памяти) или основного подзаряжаемого (часы, калькуляторы) источника питания.

Первый конденсатор с двойным слоем на пористых угольных электродах был запатентован в 1957 году фирмой General Electric. Так как точный механизм к тому моменту времени не был ясен, было предположено, что энергия запасается в порах на электродах, что и приводит к образованию «исключительно высокой способности накопления заряда». Чуть позже, в 1966 фирма Standard Oil of Ohio, запатентовала элемент, который сохранял энергию в двойном слое. Впоследствии этот тип элементов стали называть суперконденсаторами, а их аналог, распространявшийся с 1978 г. фирмой Panasonic, назывался "GoldCap" - "Золотой конденсатор".

Эти конденсаторы имели относительно высокое внутреннее сопротивление, ограничивающее отдачу энергии, так что они применялись только как накопительные батареи. Первые ионисторы с малым внутренним сопротивлением для применения в мощных схемах были разработаны фирмой PRI в 1982 году. На рынке эти ионисторы появились под именем «PRI Ultracapacitor». В 1997 году исследователи из CSIRO разработали супер-конденсатор, который мог хранить большой заряд за счёт использования плёночных полимеров в качестве диэлектрика. Electrodes were prepared from carbon nanotubes. У обычных конденсаторов удельная энергия составляет 0,5 Вт·ч/кг, а у конденсаторов этого типа она была в 4 раза больше. В 2008 году индийские исследователи разработали опытный образец ионистора на

основе графеновых электродов, обладающий удельной энергоёмкостью до 32 Вт•ч/кг, сравнимую с таковой для свинцово-кислотных аккумуляторов (30–40 Вт•ч/кг).

Существующие ионисторы подразделяют на три типа:

1) Ионисторы с идеально поляризуемыми углеродными электродами ("идеальный" ионистор, ионный конденсатор).

В этом типе ионисторов на электродах в рабочем интервале напряжений не протекают электрохимические реакции, накопление энергии происходит за счет ионного переноса между электродами.

2) Ионисторы с идеально поляризуемым углеродным электродом и неполяризуемыми или слабо поляризуемыми катодом или анодом («гибридные» ионисторы).

В этом типе ионисторов на одном из электродов (катоде или аноде) протекает электрохимическая реакция (аналогично аккумулятору), поэтому их иногда называют гибридными суперконденсаторами.

3) Псевдоконденсаторы — это ионисторы, на поверхности электродов которых при заряде и разряде протекают обратимые электрохимические процессы (хемосорбция или интеркаляция ионов, содержащихся в электролите). Отличаются сверхвысокой емкостью (единицы и десятки килофарад на грамм).

По принципу накопления энергии псевдоконденсаторы можно отнести как к ионисторам (если энергия накапливается только в поверхностном слое электродов), так и к аккумуляторам (если энергия накапливается еще и в объеме электродов). Включение псевдоконденсаторов в электрическую цепь может существенно повысить удельную мощность химических источников тока.

С появлением ионисторов стало возможным использовать конденсаторы в электрических цепях не только как преобразующий элемент, но и как источник напряжения. Широко применяются в качестве замены батареек для хранения информации о параметрах изделия при отсутствии внешнего питания. Такие элементы имеют как несколько преимуществ, так и недостатков над обычными химическими источниками тока — гальваническими элементами и аккумуляторами:

Недостатки:

- Удельная энергия меньше, чем у аккумуляторов (5-12 Вт•ч/кг при 200 Вт•ч/кг для литий-ионных аккумуляторов).
- Напряжение зависит от степени заряженности.
- Возможность выгорания внутренних контактов при коротком замыкании.

- Большое внутреннее сопротивление по сравнению с традиционными конденсаторами (10...100 Ом у ионистора 1 Ф × 5,5 В).

- Значительно больший, по сравнению с аккумуляторами, саморазряд: порядка 1 мкА у ионистора 2 Ф × 2,5 В.

Преимущества:

- Высокие скорости зарядки и разрядки.
- Простота зарядного устройства
- Малая деградация даже после сотен тысяч циклов.
- Малый вес по сравнению с электролитическими конденсаторами подобной ёмкости
- Низкая токсичность материалов.
- Высокая эффективность (более 95 %).
- Неполарность (хотя на ионисторах и указаны «+» и «-», это делается для обозначения полярности остаточного напряжения после его зарядки на заводе-изготовителе).

Использование:

Проект автомобиля, разрабатываемый в России, использует суперконденсатор как основное средство для накопления электрической энергии.

Существуют проекты, объединяющие суперконденсатор и химический аккумулятор в едином блоке, что взаимно компенсирует недостатки тех и других. В результате получается накопитель с большим сроком службы, меньшей стоимостью и большим запасом энергии, чем при использовании обычных аккумуляторов.

В бытовой электронике ионисторы применяются для основного и резервного питания в фотовспышках, фонарях, карманных плеерах и автоматических коммунальных счётчиках — везде, где требуется быстро зарядить устройство.

Перспективы развития. Срок службы ионисторов велик. Проводились исследования по определению максимального числа циклов заряд-разряд. После 100 000 циклов не наблюдалось ухудшения характеристик. Ионисторы могут в скором времени заменить обычные аккумуляторы.

Литература

1. Ионистор - Википедия. - <http://ru.wikipedia.org/wiki/Ионистор>.
2. <http://www.symmetron.ua/files/ionistors.pdf>
3. <http://www.powerinfo.ru/supercapacitor.php>
4. http://www.kit-e.ru/articles/condenser/2006_9_12.php

СОВРЕМЕННАЯ ВЕТРЯНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. Пидгорецкий С.П.

Рук. доц. Петренко Л.Г.

В начале прошлого века энергия ветра широко использовалась во всём мире, а Российская империя была в этом вопросе в числе самых передовых стран. В 1918 году российский учёный В.Залевский создал «полную теорию ветряных мельниц», которую правильнее назвать «теорией ветровых двигателей». Чуть позже Н.Жуковский организовал отдел ветровых двигателей в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ). К этому времени уже стало ясно, что из ветра можно извлекать не только механическую, но и электрическую энергию.



Однако вместе с эрой электричества начиналась и эпоха нефти. Оказалось, что и пшеницу молоть, и воду качать гораздо удобнее и выгоднее с помощью установок, работающих не на переменном ветре, а на надежных и дешевых угле и солярке. К середине 1920-х годов численность ветряных мельниц сократилась в три раза. В 1931 году недалеко от Ялты заработала спроектированная ЦАГИ крупнейшая в мире промышленная ветровая электростанция (ВЭС) Д-30 мощностью 100 кВт. Однако уже к концу 30-х годов все работы в Крыму по созданию мощных ВЭС были свёрнуты.

Это решение объяснялось тем, что интерес к ветру ослабевал повсеместно – и в Европе, и в США. Окончательно интерес энергетиков к ветру пропал к началу 1960-х. «Нефтяное» электричество было настолько дешевым и удобным, что тягаться с ним стало сложно. Хотя ветер и оставался бесплатным энергоресурсом, производство из него электричества вовсе не отличалось дешевизной. На рубеже 1970-х и 1980-х годов себестоимость ветровой электроэнергии доходила до 40 центов за кВт-час, а на теплоэлектростанции (ТЭС) - менее 4 центов.

Между тем еще в начале 1970-х человечество испытало первый нефтяной кризис. Случилось это во время военного конфликта Израиля с Сирией и Египтом в 1973 году, когда арабские страны почувствовали, что, используя цены на нефть, могут управлять почти всем миром. С тех пор нефтяные кризисы сотрясают планету с завид-

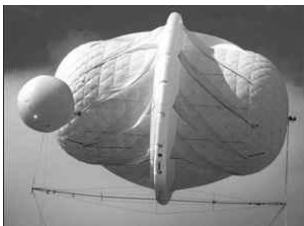
ной регулярностью: в 1979 году - в связи с войной между двумя крупными нефтедобытчиками Ираном и Ираком; в 1990 году - в связи с нападением Ирака на Кувейт; в 2000 году - когда оказалось, что мировая транспортная инфраструктура не справляется с растущими потребностями в нефти. С того времени цена на нефть упорно ползет вверх.

Тот факт, что от нефтяной зависимости необходимо освободиться, стал очевиден уже во время первых кризисов, поэтому к началу 1980-х годов исследования и разработки в области альтернативной энергетики были расконсервированы и продолжены.

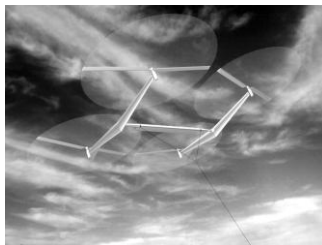
Главным источником ветровой энергии на Земле служит Солнце. Именно его излучение, неравномерно нагревая планету, создает в ее атмосфере зоны различного давления, из-за чего и возникают ветры. Скорость ветра у поверхности Земли невелика - 0,6 м/с, а оптимальной для работы ветряного двигателя должна быть - 14÷17 м/с. Поэтому ветряки устанавливаются на башни высотой десятки метров.

Современные ветродвигатели делятся на два основных типа: карусельные, с вертикальной осью вращения, и крыльчатые — с горизонтальной (90% всех промышленных энергоустановок в мире).

В последнее время появились новые проекты ветряков, не требующие строить гигантские башни. Компания Magenn Power, например, планирует для этого просто скрестить карусельный ветряк с дирижаблем. Предложенная конструкция, получившая рабочее название MARS, поднимается на высоту около 300 метров, где средняя скорость ветра может достигать до 20 м/с, и там уже вращается, передавая вырабатываемый ток по кабелю на землю.



Но и 300 метров над землей для ветрогенераторов — далеко не предел. Профессор Брайан Робертс из Сиднейского технологического университета и американская компания Sky WindPower предлагают поднять их еще выше — на 4,5 километра. Установка FEG внешне напоминает вертолет. Для полета она использует принцип воздушного змея, рабочую поверхность которого как раз и составляют четыре винта, они же - роторы ветрогенераторов. По расчетам, стоимость производимого FEG электричества не превысит 2 центов за киловатт-час.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЗАКОНА БИО – САВАРА - ЛАПЛАСА

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: В.В. Дыга, А.В. Серета

Рук. доц. М.В. Лебедева

В настоящее время магнитные поля широко применяются в различных областях науки и техники. Это, в свою очередь, определяет актуальность задачи развития разнообразных методов для изучения локальных характеристик этих полей.

Принципиально задача определения конфигурации магнитных полей, образующихся вокруг проводников с током, может быть разрешена с помощью закона Био-Савара-Лапласа и принципа суперпозиции полей. Однако аналитическое ее решение получается только в отдельных случаях для симметричных систем – прямолинейных проводников, по оси кругового тока. В остальных случаях задача решается либо экспериментально с помощью магнетометров, построенных на различных физических принципах, либо численными методами с помощью ЭВМ.

В данной работе поставлена задача исследования характеристик полей, создаваемых проводниками с током различной формы, а также сравнения экспериментальных результатов с расчетными значениями в случаях, когда они могут быть получены на основании закона Био-Савара-Лапласа.

Если через проводник пропустить переменный ток $I = I_0 \cos \omega t$, то для измерения индукции магнитного поля образующегося вокруг него можно использовать индукционный магнетометр пассивного типа, в котором благодаря явлению электромагнитной индукции возникает сигнал за счет изменения измеряемой магнитной индукции при неизменном положении датчика (измерительного преобразователя) и постоянстве его параметров.

Если такой датчик (флюксметр) разместить какой либо точке магнитного поля, то при пропускании через проводник переменного тока изменяется и магнитный поток Φ , пронизывающий датчик и в нем возникает ЭДС индукции ε , пропорциональная амплитудному значению индукции магнитного поля B_m в этой точке

$$\varepsilon = -\omega S N_1 B_{mn} \sin \omega t, \quad (1)$$

где ω - циклическая частота тока, S и N_1 - площадь поперечного сечения и число витков катушке датчика соответственно, B_{mn} - проекция вектора индукции магнитного поля на нормаль к сечению катушки.

При выполнении работы исследовалось магнитное поле короткого соленоида, представляющего собой несколько витков проволоки, намотанных на цилиндр из изоляционного материала. Для повышения чувствительности датчика для питания катушки был сделан генератор, работающий на частоте 50 кГц. Учитывая осевую симметрию поля, его конфигурация определялась в плоскости XOY, перпендикулярной к плоскости витков XOZ.

В работе в качестве флюксметра использовалась маленькая пробная катушка с большим количеством витков. Малые размеры катушки обеспечивали необходимую локальность измерений, а возможность ориентировать катушечку так, чтобы ее ось совпадала с координатными осями X,Y позволяла определить проекции вектора магнитной индукции B_x, B_y , а по ним сам вектор $\mathbf{B}(r)$.

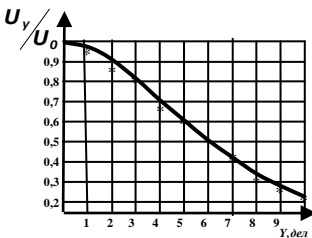
Измерения ЭДС производились вольтметром, шкалу которого можно проградуировать непосредственно в единицах измеряемой величины. Градуировка датчика осуществлялась сравнением показаний вольтметра со значениями индукции магнитного поля в точке, где они могут быть рассчитаны аналитически (например, в центре кругового тока).

Если датчик разместить в центре кругового тока так, чтобы его ось совпадала с осью симметрии, тогда

$$B_m = \mu_0 \frac{I_m}{2R} N$$

(2)

где N - число витков кругового тока, I_m - амплитудное значения силы тока в витках.



ках.

Проведенные исследования показали, что используемый в работе датчик имеет чувствительность $2,1 \cdot 10^{-6} \text{ Тл / А} \cdot \text{В}$. Определена индукция магнитного поля в различных точках координатной плоскости XOY. Экспериментальные значения относительного изменения показаний датчика U_y/U_0 для точек, лежащих на оси соленоида, в зависимости от расстояния до плоскости витков Y приведены на рисунке. На нем же для сравнения приведены расчетные данные (сплошная кри-

вая). Приведенный график демонстрирует хорошее согласие между экспериментальными и с теоретическими результатами.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст.: П.С. Чаркин, Ю.Э. Зюзгина
Рук. доц. Е.Н. Подъячая*

Решить проблему энергетики – это не значит вырабатывать больше энергии или меньше ее тратить. Это значит эффективнее использовать то, что мы уже имеем.

Топливные проблемы будущего зачастую принимают форму обманчиво простой дискуссии – либо нужно производить больше энергии, либо меньше ее потреблять. При этом игнорируется фундаментальный термодинамический постулат: в процессе превращения топлива в работу невозможно получить все 100% запасенной энергии. Сейчас мы преобразуем энергию из одного вида в другой с огромными потерями, не приближаясь к теоретическим пределам КПД.

Проклятие неэффективного энергопреобразования преследует всю технику, от микрочипов до огромных заводов и электростанций. Впрочем, основные препятствия, стоящие на пути к эффективному преобразованию энергии, имеют отнюдь не технический характер. Это проблема осознания.

К сожалению, в нашей стране как успехи в энергосбережении, так и менталитет жителей в этом вопросе оставляют желать лучшего. Лозунг «Приблизим работу наших двигателей к циклу Карно, не нарушая второго закона термодинамики!» вряд ли будет для широкой публики более привлекательным, чем «Даешь новые скважины!». Итак, сейчас на повестке дня – перестройка взглядов на эту проблему. Разумеется, никто не отказывается от разработки новых энергетических ресурсов, но и то, что мы уже имеем, хорошо было бы использовать с

полной отдачей. Новые технологии для этого доступны уже сейчас. Во многих западных странах в вопросе энергосбережения от слов перешли к делу. Вот несколько примеров.

1) Потери энергии при вибрации.

В любом устройстве – будь это мост, ботинок или компьютерная клавиатура – при выполнении основных функциональных движений появляются колебания, на которые впустую расходуется энергия. В 2010 году в Технологическом университете штата Джорджия был построен наногенератор, пригодный для электропитания портативной электроаппаратуры. Он представляет собой массив нанопроводов, обладающих пьезоэлектрическими свойствами, т.е. способных вырабатывать электричество, когда к ним прилагается какое-либо деформирующее усилие. Было предложено использовать такие наногенераторы для утилизации энергии от вибраций дорожного полотна, когда по нему проходят автомобили. Так можно обеспечить энергопитание для датчиков, отслеживающих состояние мостов, для электропитания имплантированных кардиостимуляторов, что позволит забыть о замене в них батареек. Был даже сконструирован пьезоэлектрический генератор, вмонтированный в каблук ботинка. Все эти виброгенераторы вырабатывают небольшие количества энергии, но они стремительно дешевеют, так что их можно встраивать куда угодно.

2) Потери энергии при нагреве.

Те же энергопотери, от которых греется наш ноутбук, могут представлять серьезную проблему при работе суперкомпьютеров и больших центров обработки данных.

Микросхемы современных компьютеров постоянно сталкиваются с двумя взаимосвязанными проблемами – они потребляют слишком много энергии, и слишком много энергии при их работе уходит в тепло. Задача нового пирозлектрического устройства, разработанного в Национальной лаборатории министерства энергетики в Оук-Ридже, – преобразовывать избыточное тепло в электроэнергию. Пирозлектрики при изменении температуры выдают небольшое напряжение. Устройство представляет собой крошечный рычажок, колеблющийся между нагретой микросхемой и пирозлектрическим теплоотводом, так что при каждом цикле от микросхемы отводится порция тепла, а на выходе образуется порция электроэнергии. Это идеально подходит для больших центров обработки данных и суперкомпьютеров.

3) Потери энергии при ходьбе.

Прогулка по улице сопряжена с колоссальным перерасходом энергии, так что представьте себе, сколько энергии теряется впустую,

когда мимо вас марширует рота пехотинцев. Вот почему именно военные должны стать первыми потребителями биомеханических генераторов, разработанных компанией Bionic Power. Это браслет-наколенник весом примерно 700г. При самой обычной ходьбе маленький генератор позволяет вырабатывать мощность до 12 Вт. Браслет утилизирует только ту энергию, которая расходуется «впустую» – например, на торможение ноги. Опыты показали, что пешеход с таким браслетом не расходует ни одного лишнего ватта. Подобный же принцип заложен в конструкцию рюкзака, подвешенного на пружинах, который разработан в Пенсильванском университете. За счет регулярных рывков вверх-вниз при ходьбе он вырабатывает около 20 Вт, учтем что 3 Вт будет достаточно для быстрой зарядки мобильного телефона или для питания радиомаячка и фонарика.

4) Потери энергии преобразования переменного тока в постоянный.

Втыкая в стенную розетку вилку от мобильного телефона, ноутбука, телевизора или какого-либо другого электронного устройства, вы забираете из сети переменный ток и преобразуете его в постоянный, который нужен для большинства электронных приборов. Обратный процесс происходит, когда постоянный ток от солнечных батарей или ветряков нужно преобразовывать в переменный для заправки в общую электросеть. Все эти преобразователи от 10 до 12% энергии расходуют впустую. Эту проблему можно решить, если полупроводниковые элементы, используемые в таких преобразователях, изготавливать не из кремния, а из нитрида галлия. Такие диоды могут работать при более высоких напряжениях, чем кремниевые, и, взяв их за основу, можно будет значительно снизить энергопотери на каждом этапе преобразования.

5) Потери энергии при езде на машине.

Из энергии, которая содержится в горючем, большая часть, еще не дойдя до колес, расходуется на трение во множестве внутренних узлов. Только 20% энергии, содержащейся в бензине, реально расходуется на передвижение вашего автомобиля. Остальная часть пропадает в виде тепла, которое выделяется в двигателе, а также выбрасывается в выхлопную трубу. Компании GM, Ford и BMW испытывают сейчас прототипы термоэлектрических систем, вырабатывающих электроэнергию за счет температурного градиента в зоне выхлопа и системы охлаждения. Для этого нужно подобрать такой термоэлектрический материал, который имел бы достаточно высокий КПД и при этом отличался выносливостью, позволяющей десятилетиями выдерживать

условия дорожной эксплуатации. В ближайшей перспективе самым многообещающим направлением в термоэлектрике являются системы обогрева и охлаждения для автомобилей с электрическим или гибридным приводом, которые уже ставятся на 55 моделях автомобилей компании Amerigon(термоэлектрические сиденья).

6) Потери энергии при работе двигателя.

Многие электромоторы сконструированы так, что могут работать только на полную мощность независимо от того, нужна ли в данный момент такая энергоотдача. В мире примерно 300 млн промышленных электродвигателей. Почти все они регулярно работают в полную нагрузку, правда, сейчас все большее распространение получают электромоторы переменной скорости с компьютерным управлением, которые в режиме реального времени выдают ровно ту мощность, которая от них требуется. Для этого система управления подает на них ток нужного напряжения и частоты. В результате можно вдвое снизить потребление электроэнергии. Поставив на промышленные электромоторы подобные системы управления скоростью, можно, сэкономить столько энергии, сколько выдают более 250 атомных реакторов. В некоторых офисных зданиях США приводы лифтов и системы кондиционирования воздуха уже сейчас имеют моторы с регуляторами скорости.

7) Потери энергии при выхлопе.

Промышленное оборудование среднего масштаба производит в совокупности огромное количества тепловой энергии, которую очень трудно утилизировать. Флоридская компания Cyclone Power разработала универсальную машину по утилизации отходящего тепла. Ее можно подключить к выхлопу почти любой промышленной установки, используя носители с температурой от 300 до 500°C. Такой температуры вполне хватит для питания возвратно-поступательных движений поршня в генераторе. Пример применения этой идеи – мобильная установка, обеспечивающая охлаждение и вырабатывающая дополнительную энергию в дальнобойных грузовиках. В результате удастся сэкономить 10% горючего. В мире миллионы промышленных установок, которые можно дополнить этим устройством.

8) Потери энергии при разложении отходов.

Мусор, разлагаясь, испускает в атмосферу газ, сильно загрязняет атмосферу, и является носителем немалых количеств энергии. На мусорных свалках органика постепенно гниет, выделяя часть запасенной энергии в виде газа, половину которого составляет метан, который можно улавливать, очищать и сжигать, получая в результате тепло и

электричество. В США был построен газоочистительный завод для обогащения газа, исходящего от находящегося по соседству мусорного полигона. Это предприятие удаляет из газа вредные примеси. Это направление энергетики способно вырабатывать 7000 ГВт ч электричества в год, чего достаточно для обеспечения энергией 690 000 жилых домов.

9) Потери энергии при управлении электросетями.

Вырабатывается электроэнергия стабильно и постоянно, а потребляется по-разному в зависимости от времени суток. Этих потерь можно было бы избежать, если бы нашелся способ временного хранения в сети избыточной энергии. Предприятие по временному хранению электроэнергии компании Beacon Power вышло на проектную мощность в 20 МВт. Для накопления энергии используется 200 массивных маховиков на магнитной подвеске, раскрученных до 16 000 об/мин.

В Испании эта проблема решена иначе. На солнечной электростанции Gemasolar электричество выдается круглые сутки, а избыток энергии накапливается в баках с соляным расплавом. Есть и другие идеи: гигантские химические аккумуляторы, баллоны со сжатым воздухом или водохранилища, куда воду закачивают насосами.

10) Потери при передаче электроэнергии.

Медный провод, давно уже вышедший из моды, до сих пор остается основой всей нашей энергетической инфраструктуры. С другой стороны, он же является главной причиной энергопотерь. «Транспортные пробки», случающиеся в электросети, оборачиваются ежегодно многомиллиардными убытками. Выход в применении сверхпроводников. Сверхпроводниковый криогенный кабель способен пропустить через себя в сто раз больше энергии, чем аналогичная жила из простой меди, причем потери при этом будут практически нулевыми.

Проблема состоит в том, что опасаящиеся риска электросбытовые компании не спешат делать ставку на дорогостоящие, неизвестные, принципиально новые технологии. Тем временем в Южной Корее и Китае работают с новыми проектами сверхпроводящих линий, которые обещают довести цену на сверхпроводники до конкурентного уровня.

Мы привели несколько примеров экономии и преобразования энергии на западе. Остается надеяться, что когда-нибудь и в Украине займутся этой проблемой всерьез и на государственном уровне.

О МАГНИТНОМ ПОЛЕ ЗЕМЛИ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: В.В. Пахомова

Рук.: доц. Т.Н. Шелест, ст. пр. С.С. Кривonos

Магнитное поле Земли – это область вокруг нашей планеты, где действуют магнитные силы. Землю можно рассматривать как магнитный диполь. Его южный полюс находится на географическом Северном полюсе, а северный, соответственно, на Южном. На самом деле, географический и магнитный полюса Земли не совпадают не только по "направлению". Ось магнитного поля наклонена по отношению к оси вращения Земли на 11,6 градуса. Из-за того что разница не очень существенная, мы можем пользоваться компасом. Его стрелка точно указывает на южный магнитный полюс Земли и почти точно на Северный географический.

Вопрос о происхождении магнитного поля до сих пор окончательно не решен. Однако большинство исследователей сходятся в том, что наличием магнитного поля Земля хотя бы отчасти обязана своему ядру. Земное ядро состоит из твердой внутренней и жидкой наружной частей. Вращение Земли создает в жидком ядре постоянные течения. Как известно, движение электрических зарядов приводит к появлению вокруг них магнитного поля.

Ученые не исключают, что часть планет земного типа не имеют металлического ядра и, соответственно, лишены магнитного поля. До сих пор считалось, что планеты, состоящие из твердых скальных пород, как и Земля, содержат три основных слоя: твердую кору, вязкую мантию и твердое или расплавленное железное ядро. В недавней работе ученые из Массачусетского технологического института предложили сразу два возможных механизма образования "скалистых" планет без ядра.

Магнитное поле защищает жителей Земли и искусственные спутники от губительного воздействия космических частиц. К таким частицам относятся, например, ионизированные (заряженные) частицы солнечного ветра. Магнитное поле изменяет траекторию их движения, направляя частицы вдоль линий поля. Необходимость наличия магнитного поля для существования жизни сужает круг потенциально обита-

емых планет (если мы исходим из предположения, что гипотетически возможные формы жизни похожи на земных обитателей).

Магнитные полюса Земли непостоянны. Периодически они меняются местами. Не так давно исследователи установили, что Земля "помнит" о смене полюсов. Анализ таких "воспоминаний" показал, что за последние 160 миллионов лет магнитные север и юг менялись местами около 100 раз. Последний раз это событие произошло около 720 тысяч лет назад. Смена полюсов сопровождается изменением конфигурации магнитного поля. Во время "переходного периода" на Землю проникает существенно больше космических частиц, опасных для живых организмов. Одна из гипотез, объясняющих исчезновение динозавров, утверждает, что гигантские рептилии вымерли именно во время очередной смены полюсов.

Кроме "следов" плановых мероприятий по смене полюсов исследователи заметили в магнитном поле Земли опасные подвижки. Анализ данных о его состоянии за несколько лет показал, что в последние месяцы в нем начали происходить опасные изменения. Настолько резких "движений" поля ученые не регистрировали уже очень давно. Вызывающая беспокойства исследователей зона находится в южной части Атлантического океана. "Толщина" магнитного поля в этом районе не превышает трети от "нормальной". Исследователи давно обратили внимание на эту "прореху" в магнитном поле Земли. Собранные за 150 лет данные показывают, что за этот период поле здесь ослабло на десять процентов. На данный момент трудно сказать, чем это грозит человечеству. Одним из последствий ослабления напряженности поля может стать увеличение (пусть и незначительное) содержания кислорода в земной атмосфере. Связь между магнитным полем Земли и этим газом была установлена с помощью системы спутников Cluster – проекта Европейского космического агентства. Ученые выяснили, что магнитное поле ускоряет ионы кислорода и "выбрасывает" их в космическое пространство.

Несмотря на то, что магнитное поле нельзя увидеть, обитатели Земли хорошо его чувствуют. Перелетные птицы, например, отыскивают дорогу, ориентируясь именно на него. Кроме птиц магнитное поле Земли вместо GPS используют морские черепахи. Кроме перечисленных замечательных свойств магнитное поле способствует появлению полярных сияний. Они возникают в результате резких изменений поля, происходящих в удаленных регионах поля.

Магнитное поле Земли - удивительное следствие законов физики, защитный щит, ориентир и создатель полярных сияний. Если бы не оно, жизнь на Земле, возможно, выглядела бы совсем иначе.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ПРОЕКТ ИТЭР

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: Д.П. Фрадкина.

Рук.: доц. В.К Якуша, доц. Ю.Г. Окладной

ИТЭР – проект международного экспериментального термоядерного реактора. Задача проекта - демонстрация технологической возможности использования термоядерной энергии в промышленных масштабах и решение физических и технологических проблем, которые могут встретиться на этом пути.

В работе рассмотрены принципы работы ядерного реактора и смысл процессов, происходящих в нем изложены основные моменты физики реакторов. В ядерном реакторе, как известно, должен использоваться либо обогащенный уран с замедлителем, поглощающем нейтроны, либо необогащенный уран с замедлителем, мало поглощающем нейтроны, либо сплав плутония с ураном без замедлителя.

В работе рассмотрены различные типы ядерных реакторов, реализующих эти три возможности, а также приводятся факторы опасности ядерных реакторов и подчеркивается тот факт, что в последнее время количество противников АЭС значительно возросло.

В связи с этим встал вопрос о использовании универсального источника энергии. Решение этой научной и инженерной задачи ведется уже немало лет. Речь идет о международном проекте ИТЭР.

В настоящее время проектирование реактора полностью закончено и выбрано место для его строительства закончено и выбрано место для его строительства- вблизи исследовательского центра Када-раш(Франция) . Интересен и тот факт, что аббревиатура ИТ-ЕР(International Thermonuclear Experimental Reactor) приобретает особое значение: iter-по латыни означает «путь». Но суть этого «пути» - сложная инженерная задача. ИТЭР относится к термоядерным реакторам типа токамак. Токмак- тороидная камера с магнитными катушками. Эта технология была разработана именно советскими учеными.

В работе рассмотрены вопросы термоядерного синтеза и что особенно важно- управляемого термоядерного синтеза. Собственно в

ИТЭРе сталкивают, дейтерии (тяжелый водород) и тритий(сверхтяжелый изотоп водорода). Результат столкновения - положительно заряженные ядра гелия(d-частицы) и нейтроны, несущие огромную энергию.

При этом 1грамм дейтерия может дать энергию в 10 миллионов раз больше, чем 1 грамм угля. 1 грамм смеси дейтерий-тритий даст столько же энергии, сколько 8 тонн нефти. Промышленной термоядерной станции понадобится всего несколько килограмм топлива в год для выработки такого же количества электроэнергии, сколько вырабатывает одна АЭС. А как известно для нормальной работы АЭС необходимы тонны сырья, а утилизация отходов АЭС- сложный и недешевый технологический процесс.

При этом даже не рассматриваем миллионы тонн сгораемых нефти, газа и угля. Особенно следует подчеркнуть тот факт, что термоядерный реактор практически безотходен, а энергия, которая может выделяться в результате какой-то аварии очень мала и не может привести к разрушению реактора. Кроме того, в отличие от ядерных реакторов, в термоядерном процессе реакции(в случае возникновения каких-либо нештатных происшествий)можно остановить за доли секунды.

ИТЭР сегодня - самое сложное произведение научного искусства. Сложнее международной космической станции. Сложнее большого адронного коллайдера. Но в термоядерном синтезе приходится иметь дело с плазмой при температуре 150 миллионов градусов.

Здесь и возникают инженерные проблемы материалов и технологий для создания условий процесса в ИТЭРе работает много государств, так «доля» России- 18 систем, необходимых для функционирования ИТЭРа в штатном режиме.(*).

Завершение строительства реактора намечено на 2020 год. Это срок начала базовых экспериментов. Вывод ИТЭРа на проектную мощность намечена на 2027 год.

1. И.Х. Ганев. Физика и расчет реактора. Учебное пособие для вузов, М., 1992, Энергоатомиздат.
2. Л.В. Матвеев, А.П. Рудик,. Почти все о ядерном реакторе.м., 1990, Энергополитиздат.
3. А.Е. Климов. Ядерная физика и ядерные реакторы.М., 1985, Энергополитиздат.
4. Концерн «Росэнергоатом»(<http://www.rosatom.ru>)

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

*Харьковский национальный аграрный
университет им В.В. Докучаева*

Ст. А. С. Самойлов

Рук. доц. С.С. Авотин

Математический маятник – это материальная точка, которая совершает малые колебания на длинной, невесомой, нерастяжимой нити. Реальные маятники имеют определённые размеры, то есть такие маятники являются физическими. В связи с этим представляло интерес определить при какой длине нити физический маятник можно считать математическим. В качестве маятника в работе использовали стальную трубу длиной $\ell = 0,49$ м и диаметром 30 мм, в которой, на одинаковом расстоянии, с шагом $\ell/8$ просверлены отверстия. Это позволило при проведении опытов изменять приведенную длину маятника от $\ell/8$

до 2ℓ . Результаты измерений и вычислений представлены на рисунке. Нижняя сплошная кривая – теоретическая зависимость периода колебаний маятника от расстояния между центром масс и осью колебаний (ℓ_{np}), рассчитанная с шагом $\ell/32$ по формуле периода колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\ell_{np}/g}.$$

Верхняя сплошная кривая – теоретическая зависимость, рассчитанная по формуле периода колебаний физического маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mg\ell_{np}}},$$

где I – момент инерции маятника; m – масса маятника; ℓ_{np} – приведенная длина маятника. Момент инерции маятника вычисляли по теореме Штейнера о переносе осей инерции

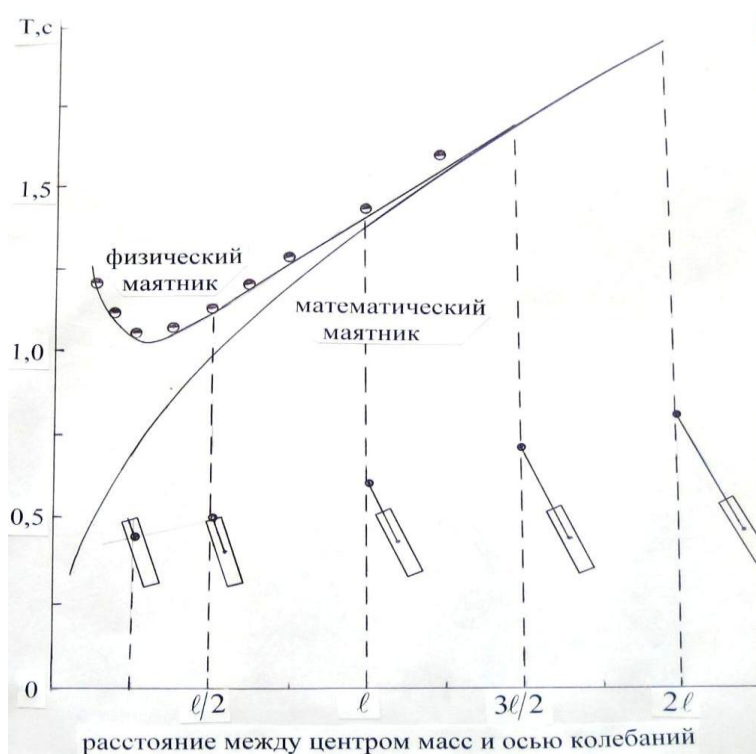
$$I = I_0 + m\ell_{np}^2 = m\ell^2/12 + m\ell_{np}^2.$$

При расчётах приведенную длину изменяли с шагом $\ell/32$.

Точки \circ на графике (рис.) зависимости $T(\ell)$ – значения периода колебаний маятника, полученные экспериментально. Видно, что

экспериментальные точки хорошо укладываются на теоретическую зависимость $T(\ell_{np})$ физического маятника до значений $\ell_{np} = \ell$. Отклонения экспериментальных значений периода колебаний стержня от расчётных значений можно объяснить раскачиванием стержня вокруг центра масс при значениях приведенной длины $\ell_{np} > \ell$.

Из сравнения теоретических зависимостей $T(\ell)$ для физического и математического маятников видно, что при $\ell_{np} = 2\ell$ отклонения значений периода колебаний маятников небольшие ($T_{\text{мат}} = 1,9251$ с $T_{\text{физ}} = 1,9451$ с). Следовательно, при длине нити больше $2-3\ell$ при расчётах можно пользоваться формулой периода колебаний математического маятника с точностью 1%.



РАСЧЕТ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ТРУБКИ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: А.А. Стеблевец, И.Р. Шницор

Рук.: Е.Н. доц. Подъячая, асс. Г.Ю. Подъячий

Электроннолучевая трубка (ЭЛТ) является основным элементом многих электронных приборов. Различают ЭЛТ с электростатической и магнитной системой управления электронным пучком. Проведем расчет чувствительности к отклонению (основной характеристики) ЭЛТ с магнитной системой отклонения электронного пучка (рис. 1).

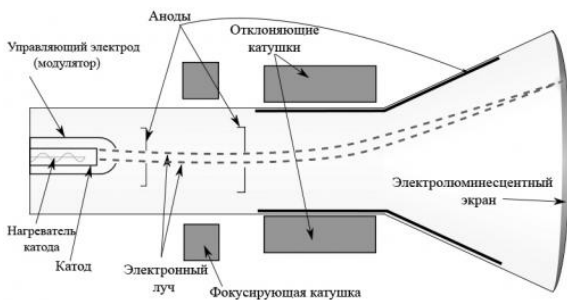


Рисунок 1

Пусть электрон влетает в однородное поперечное магнитное поле протяженностью ℓ со скоростью U , а расстояние до экрана трубки L .

Чувствительностью ЭЛТ с магнитной системой отклонения называется физическая величина, равная отношению полного отклонения электронного пучка на экране трубки к величине индукции магнитного поля B . Чувствительность ЭЛТ принято измерять в мм/В.

$$S_{\text{магн}} = \frac{y_1 + y_2}{B}, \quad (1)$$

где y_1 - отклонение электронного пучка на вылете из магнитного поля, y_2 - отклонение пучка электронов на участке магнитное поле – экран, B – индукция магнитного поля (рис. 2)

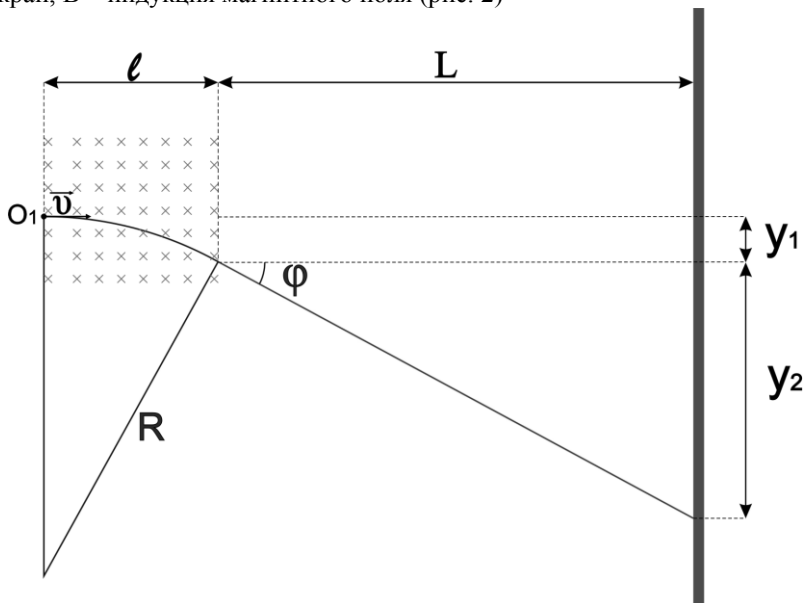


Рисунок 2

Как известно, в поперечном магнитном поле электрон движется по окружности радиусом

$$R = \frac{m\nu}{Be}, \quad (2)$$

где m - масса электрона, e - заряд электрона, ν - его скорость.

С другой стороны, математическое уравнение окружности, относительно ее центра

$$x^2 + y^2 = R^2 \quad (3)$$

Относительно точки влета электрона в магнитное поле (т. O_1) уравнение принимает вид:

$$x^2 + (R - y)^2 = R^2 \quad (4)$$

Решая совместно уравнения (2) и (4), получим для отклонения пучка в пределах магнитного поля выражение

$$y = \frac{Bex^2}{2m\nu} \quad (5)$$

На вылете из магнитного поля (при $x = \ell$) отклонение y_1 будет:

$$y_1 = \frac{Bel^2}{2m\nu} \quad (6)$$

Из рисунка видно, что $y_2 = L \operatorname{tg} \varphi_2$,

где $\operatorname{tg} \varphi = \frac{dy}{dx}$.

Тогда y_2 (при $x = \ell$) будет

$$y_2 = \frac{BelL}{m\nu} \quad (7)$$

Подставляя y_1 и y_2 в формулу (1) для чувствительности ЭЛТ, получим:

$$S_{\text{магн}} = \frac{\frac{Bel^2}{2m\nu} + \frac{BelL}{m\nu}}{B}$$

Введем обозначение $\frac{\ell}{2} + L = D$ и тогда :

$$S_{\text{магн}} = \frac{e\ell D}{m\nu} \quad (8)$$

Видим, что чувствительность трубки можно повысить увеличивая ее размеры (что нежелательно) или уменьшая скорость электрона, а значит и напряжение U_a на аноде электронной пушки, испускающей электроны (что возможно в ограниченных пределах).

Поэтому при расчете ЭЛТ находят компромиссный вариант.

Выражая скорость электрона при влете в магнитное поле через ускоряющее напряжение U_a , получим в окончательном виде:

$$S_{\text{магн}} = \frac{\ell D \sqrt{e}}{\sqrt{2mU_a}} \quad (9)$$

ЭФФЕКТ САНЬЯКА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНИКЕ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст.: Е.В. Малаглова, М.А. Пашук
Рук.: доц. Ю.Г. Окладной, доц. В.К. Якуша*

При слове "гироскоп" в памяти всплывает вращающийся волчок. Эта игрушка является простейшим аналогом большого класса приборов, измеряющих скорость и направление вращения. Для работы гироскопа не нужны внешние ориентиры — звезды или магнитное поле Земли. Он может регистрировать поворот, даже находясь в герметически закрытом ящике. Поэтому гироскоп является важным навигационным прибором, позволяющим определять положение в пространстве. Он незаменим при поддержании правильного курса самолетов и кораблей.

В состав современных инерциальных навигационных систем обычно входит три гироскопа — для измерения скорости вращения вокруг трех ортогональных осей, три акселерометра — для определения скорости и расстояния в направлении трех осей и компьютер — для обработки выходных сигналов этих приборов. К самолетным гироскопам предъявляются очень высокие требования.

До сих пор применялись в основном механические гироскопы, работающие на основе эффекта удержания оси вращения тела в одном направлении инерциального пространства. Это дорогостоящие приборы, поскольку требуется высокая точность формы тела вращения и минимальное возможное трение подшипников.

В отличие от механических оптические гироскопы, например, волоконно-оптические, созданные на основе эффекта Саньяка, имеют структуру статического типа, обладающую рядом достоинств, основные из которых:

1. отсутствие подвижных деталей и, следовательно, устойчивость к ускорению;
2. простота конструкции;
3. короткое время запуска;
4. высокая чувствительность;

5. высокая линейность характеристик;
6. низкая потребляемая мощность;
7. высокая надежность.

Рассмотрим принцип действия оптического гироскопа основанного на эффекте Саньяка.

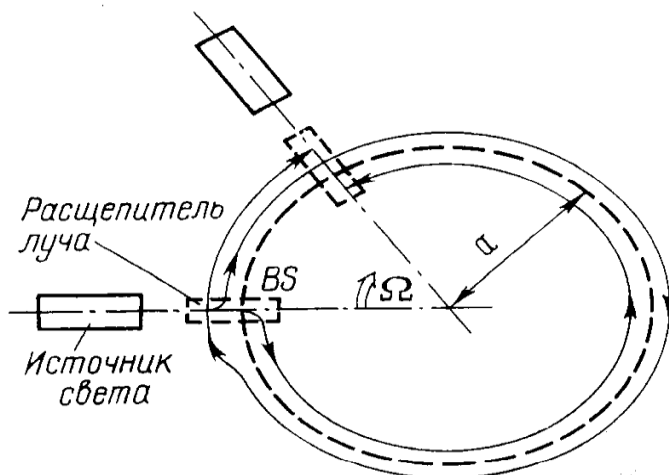


Рис.1. Принцип возникновения эффекта Саньяка

По круговому оптическому пути, как показано на рис. 1, благодаря расщепителю луча, свет распространяется в двух противоположных направлениях.

Если при этом система находится в покое относительно инерциального пространства, оба световых луча распространяются встречно по оптическому пути одинаковой длины.

Поэтому при сложении лучей в расщепителе по завершении пути нет фазового сдвига. Однако, когда оптическая система вращается в инерциальном пространстве с угловой скоростью Ω , между световыми волнами возникает разность фаз. Это явление и называется эффектом Саньяка.

Пусть коэффициент преломления на оптическом пути $n=1$. При радиусе оптического пути a время достижения расщепителя лучей светом, движущимся по часовой стрелке, выражается как

$$t_r = (2\pi a + \alpha \Omega t_r) / c, \quad (1)$$

в противоположном направлении —

$$t_r = (2\pi a - a\Omega t_r) / c, \quad (2)$$

где c — скорость света.

Из формул (1) и (2) разность времени распространения двух световых волн с учетом $c \gg a\Omega$

$$\Delta t = t_r - t_l = \frac{4\pi a^2}{c^2} \Omega = \frac{4S}{c^2} \Omega \quad (3)$$

Это означает, что появляется разность длины оптических путей

$$\Delta L = \frac{4S}{c} \Omega \quad (4)$$

или, иначе говоря, разность фаз

$$\Delta \psi = \frac{4kS}{c} \Omega \quad (5)$$

Здесь S — площадь, окаймленная оптическим путем; k — волновое число.

Сегодня созданы достаточно точные гироскопические системы, удовлетворяющие большой круг потребителей. За последние десятилетия, эволюционное развитие гироскопической техники подступило к порогу качественных изменений. Именно поэтому внимание специалистов в области гироскопии сейчас сосредоточилось на поиске нестандартных применений таких приборов. Открылись совершенно новые интересные задачи: разведка полезных ископаемых, предсказание землетрясений, сверхточное измерение положений железнодорожных путей и нефтепроводов, медицинская техника и многие другие.

Следует отметить, что в основе ряда опытов, демонстрирующих вращение Земли, также используется эффект Саньяка: если кольцевой интерферометр совершает вращательное движение, то вследствие релятивистских эффектов полосы смещаются на некоторый угол. Для демонстрации вращения Земли этот эффект был использован американским физиком Майкельсоном в серии экспериментов, поставленных в 1923 – 1925 гг.

Литература:

1. Теумин И.И. Волноводы оптической связи, - <http://ru.wikipedia.org/wiki/Гироскоп>
2. http://ru.wikipedia.org/wiki/Суточное_вращение_Земли
3. <http://stereogramma.ru/stereogramma/mir-vokrug>
4. Эффект Саньяка. - Википедия - http://ru.wikipedia.org/wiki/Эффект_Саньяка.

ИМПУЛЬС ТЕЛА

*Харьковский национальный аграрный
университет им В.В. Докучаева*

*Ст. А.В. Альохина
Рук. доц. С.С. Авотин*

Понятие «количество движения» (импульс тела) как произведения массы тела на его скорость ($\vec{p} = m\vec{v}$) было впервые введено в механику Ньютоном. Используя понятие импульса второй закон Ньютона можно сформулировать так: **в инерциальной системе отсчёта изменение импульса тела равно импульсу приложенной к телу силы**, то есть $\Delta(\vec{p}) = \vec{F} \cdot t$, где произведение силы на время её действия называется импульсом силы. «Импульсная форма» закона позволяет применять его к задачам, связанным с движением тел переменной массы (ракет) а также с движением со скоростями близкими к скорости света. Во втором случае импульс $\vec{p} = m_0\vec{v}/\sqrt{1-v^2/c^2}$.

В том, что приобретаемый телом импульс зависит от времени можно убедиться, если выдёргивать лист бумаги из-под бутылки. Если бумагу выдёргивать рывком, то бутылка будет практически неподвижна. В этом случае сила трения, действующая очень малое время (небольшой импульс силы) вызывает малое изменение импульса бутылки.

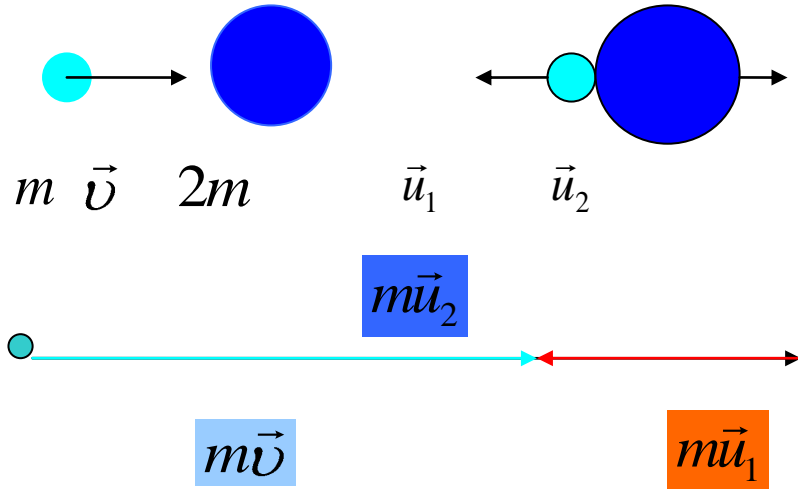
Импульс замечателен тем, что под действием одной и той же силы он изменяется одинаково у всех тел, независимо от их массы, если только время действия силы одинаково.

Рассмотрим центральное упругое взаимодействие частицы массой m , которая движется со скоростью v и покоящейся частицы массой $3m$. Законы сохранения импульса и энергии:

$$mv = mv_1 + 3mv_2; \quad \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{3mv_2^2}{2}.$$

Решив совместно уравнения, получим, что после взаимодействия с частицей массой $3m$ **импульс частицы массой m уменьшился в 2 раза а кинетическая энергия в 4 раза**. Уменьшение энергии частиц при упругом ударе используется для замедления нейтронов при их

взаимодействии с ядрами лёгких элементов: дейтерия (тяжёлая вода), графита и бериллия в ядерных реакторах. **Центральный удар частиц**
 массами m и $2m$ и массами m и $3m$



$$mv = 2mu_2 - mu_1;$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{2mu_2^2}{2} + \frac{mu_1^2}{2};$$

$$p = mu_1 = mv/3;$$

$$W_{\text{кин}} = \frac{mu_1^2}{2} = \frac{mv^2/2}{9}.$$

$$mv = 3mu_2 - mu_1;$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{3mu_2^2}{2} + \frac{mu_1^2}{2};$$

$$p = mu_1 = mv/2;$$

$$W_{\text{кин}} = \frac{mu_1^2}{2} = \frac{mv^2/2}{4}.$$

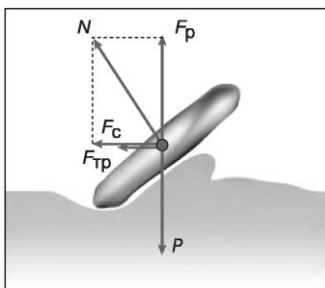
После взаимодействия импульс и кинетическая энергия частицы массой m уменьшаются в первом случае в 9 раз, во втором в 4 раза

«БЛИНЧИКИ» НА ВОДЕ

*Харьковский национальный университет
им. В.В. Докучаева*

*Ст. В. Суркова
Рук. ст. пр. Е. А. Пивовар*

Теория «блинчиков» с научно-технической точки зрения вполне актуальна. Ее, например, необходимо учитывать при расчете траектории спуска космических аппаратов, поскольку при входе в плотную атмосферу Земли под слишком малым углом они могут подпрыгивать, подобно камешкам на воде. Первая попытка создать теорию «блинчиков» была предпринята еще в XVIII веке. Брошенный камень оказывается во власти двух основных сил. Одна из них — сила



тяжести — пропорциональна массе камня и направлена вниз; она заставляет камень падать на поверхность воды и погружаться. Другая — назовем ее «силой отталкивания», — напротив, не дает камню погрузиться в воду, как бы выталкивая его наружу. Сила отталкивания направлена вверх, перпендикулярно площади контакта камня с водой.

Если плоскость камня наклонена по отношению к поверхности воды, то силу отталкивания можно разложить на две составляющие — вертикальную и горизонтальную. Если сила тяжести преобладает над вертикальной составляющей, камень тонет, если наоборот — подпрыгивает, затем снова падает, вновь подпрыгивает, и так несколько раз. Величина силы тяжести не зависит от того, как именно брошен камень, она задается массой камня и потому не меняется в ходе подпрыгиваний. Значение силы отталкивания, напротив, определяется в первую очередь условиями броска, зависит от многих параметров и меняется от прыжка к прыжку. Понимание природы этой силы — необходимое условие на пути постижения секретов стоунскиппинга.

КИПІННЯ ВОДИ

Харківський національний університет

ім. В.В. Докучаєва

Ст. О. Шинкаревич

Кер. ст. викл. Є. А. Пивовар

Кипінням називається процес пароутворення, який відбувається не тільки з вільної поверхні рідини, а і всередині рідини. В рідині є завжди розчинений газ, молекули якого прилипають до стінок посудини, утворюючи маленькі бульбашки газу. "Прилипання" молекул газу до молекул поверхневого шару твердого тіла називається адсорпцією. В цих бульбашках знаходиться розчинений газ і насичена пара, які створюють внутрішній тиск, який залежить від температури.

На першому етапі під час підігрівання рідини тиск насиченої пари збільшується і бульбашка збільшується в розмірах. Коли Архімедова сила, що діє на бульбашку, стає більшою від молекулярних сил щеплення з твердою поверхнею бульбашка відривається і піднімається вгору, попадаючи в холодні шари рідини. Насичена пара конденсується її тиск зменшується і бульбашка зменшується в розмірах захлопуючись і створюючи характерний шум, який виникає перед закипанням води. На другому етапі в процесі підйому бульбашки внутрішній тиск не міняється, а зовнішній тиск зменшується, так як зменшується гідростатичний і Лапласівський. Таким чином температура кипіння рідини прямопропорційна залежність рідини від атмосферного тиску, чим він більший, тим більша температура при якій відбувається кипіння води.



ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА

ХНУ им. В.В. Докучаева

Ст. Г. Живолуп

Рук. пр. А.А. Онищенко

В настоящее время большого внимания заслуживает использование технологии криоконсервирования генетического материала, технология замедления всхожести семян и корнеплодов путем низкотемпературной обработки. Созданы хранилища, позволяющие длительное время сберегать живые биологические ткани.

В наше время существуют такие методы получения низких температур:

Испарение жидкостей.

Дросселирование - когда газ протекает через дроссель, или через пористую перегородку происходит понижение давления газа или пара вместе с понижением его температуры.

Расширение с совершением внешней работы- когда газ выпускают под давлением в цилиндр с поршнем, который перемещается с усилием. При этом газ совершает работу и охлаждается.

Адиабатическое размагничивание- когда применяют парамагнитную соль в качестве охлаждающей системы, то удаётся достичь Н. т. $\sim 10^{-3}$ К

Эффект Пельтье - основан на понижении температуры спаев полупроводников при прохождении через них постоянного электрического тока.

Криостат растворения -в процессе охлаждения используется смесь двух изотопов гелия: ^3He и ^4He .

Тесная взаимосвязь физических, химических и биологических явлений позволяет утверждать, что исследование эффекта криовоздействия в любой конкретной области может привести к фундаментальным открытиям, что, в свою очередь, необходимо для создания технологии будущего.

1. Фастовский В. Г., Петровский Ю. В., Ровинский А. С. Криогенная техника, М., 1967.
2. Смородинский Я. А. Температура. – М.: Наука, 1987. – (Библиотечка “Квант”, вып. 12)

ДЕЙСТВИЕ ПЕРЕГРУЗОК НА ЧЕЛОВЕКА

*Харьковский национальный аграрный
университет им В.В. Докучаева*

Ст.Р.В. Ермаков

Рук. доц. С.С. Авотин

На человека, стоящего на поверхности Земли, действует только одна сила – сила тяги P . По третьему закону Ньютона она уравновешивается силой реакции поверхности Земли. При маневрировании реактивного самолёта, при взлёте и посадке с работающим двигателем космического корабля возникают значительные ускорения. (так, за пять минут скорость космического корабля увеличивается от нуля до 20000 – 30000 км /ч).

При движении с ускорением к силе реакции Земли добавляется сила реакции на тягу двигателей $F = ma$. Отношение силы, действующей на систему $F+P$ к силе тяжести $P = mg$ называется перегрузкой N . Можно записать, что

$$N = \frac{F + P}{P} = \frac{m(a + g)}{mg} = \frac{a + g}{g}$$

и измерять перегрузку в единицах «g». Перегрузки (до 7g), испытываемые космонавтом, обозначают по смещению глазных яблок. Например, если ускорение вперёд, глазные яблоки вдавливаются. Способность выносить перегрузки у людей разная. Уже при ускорении, несколько большем g , у человека могут появиться нарушения зрения, зрительные галлюцинации. Чтобы обеспечить кровоснабжение головного мозга при ускорении 8g, направленном вертикально, сердце должно увеличить напор крови более чем вдвое. При ускорении 5g, направленном снизу вверх, кровь «утяжеляется» настолько, что сердце вообще не может гнать её к голове, человек испытывает ощущение «чёрной пелены» перед глазами и теряет сознание. Если ускорение направлено в противоположную сторону, перед глазами встаёт «красная пелена» и наступает потеря сознания в результате прилива крови к голове. Перегрузка является основным физическим фактором, действующим на организм на активном участке космического полёта. К сожалению, длительное преодоление Земного тяготения приведёт к недопустимому увеличению расхода горючего, поэтому с технической и с физиологической точки зрения оптимальной является перегрузка в 4g при длительности 4,5 мин.

ИСТОРИЯ ФИЗИКИ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ПЛАНЕТ

НТУ «ХПИ»

Ст.: В.В. Пахомова

Рук.: доц. Т.Н. Шелест, ст. пр. С.С. Кривонос

Проблема происхождения планет очень сложная и далеко еще не решенная проблема, во многом зависящая от развития не только астрономии, но и других естественных наук (прежде всего наук о Земле). Дело в том, что пока можно исследовать только единственную планетарную систему, окружающую наше Солнце. Как выглядят более молодые и более старые системы, вероятно существующие вокруг других звезд, неизвестно. Чтобы правильно объяснить происхождение планет, необходимо также знать, как образовалось Солнце и другие звезды, потому что планетарные системы возникают вокруг звезд в результате закономерных процессов развития материи.

Наиболее важные выводы планетной космогонии сводятся к следующему) планеты сформировались в результате объединения твердых тел и частиц, входивших в состав туманности, которая когда то окружала Солнце. Эту туманность часто называют «допланетным» или «протопланетным» облаком. Считается, что солнце и протопланетное облако сформировались одновременно в едином процессе, хотя пока неизвестно, как произошло отделение части туманности, из которой возникли планеты, от «протосолнца».

Формирование планет происходило под воздействием различных физических процессов. Следствием механических процессов стало сжатие вращающейся туманности, ее удаление от «протосолнца», столкновение частиц, их укрупнение и т.д. Изменялась температура вещества, туманности и состояние, в котором находилось вещество. Замедление вращения будущего Солнца могло быть обусловлено магнитным полем, связывающим туманность с «протосолнцем». Взаимодействие солнечного излучения с веществом протопланетного облака привело к тому, что наиболее легкие и многочисленные частицы оказались вдали от Солнца (там, где сейчас планеты-гиганты).

Спутники планет (а значит, и наша Луна) возникли, по-видимому, из роя частиц, окружающих планеты, то есть тоже из вещества протопланетной туманности. Пояс астероидов возник там, где притяжение Юпитера препятствовало формированию крупной планеты.

ЗАГАДКИ НЕЙТРИНО

Национальный технический университет «ХПИ»

Ст. Е.В. Давыденко

Рук.. доц. Л.Г. Петренко

Нейтрино — нейтральные фундаментальные частицы с полужелем спином, относящиеся к классу лептонов, участвующие только в слабом и гравитационном взаимодействиях. Эти элементарные частицы очень важны для объяснения поведения Вселенной, потому что они вездесущи. Они присутствуют везде, наводняют собой Вселенную. Нейтрино очень малы, и их очень трудно обнаружить, потому что они очень слабо взаимодействуют с другими элементарными частицами. Значительное число их порождено Солнцем, а большая их часть проходит через Землю без всякого взаимодействия.

Современная физика содрогнулась в конце сентября 2011 года после того, как ученые, работающие в лаборатории ЦЕРНа (Европейский центр ядерных исследований в Женеве, Швейцария) сообщили о том, что зафиксировали превышение скорости света у нейтрино. А это - удар еще и по Эйнштейну и его теории относительности, согласно которой скорость света непреодолима для материальных тел.



Сверхъестественная аномалия обнаружена в экспериментах OPERA (Oscillation Project with Emulsion-tRacking Apparatus), в ходе которых нейтрино, выпущенные из лаборатории в Швейцарии, регистрировали в Италии - на расстоянии 732 километров. Частицы прибывали на детектор, установленный под землей в местечке Гран-Сассо, быстрее на 60 наносекунд, чем, если бы летели со скоростью света.

Время измеряли с помощью синхронизированных сверхточных атомных часов, которые способны уловить и гораздо меньшую разницу во времени. Результаты и особенности сенсационных экспериментов бурно обсуждают физики-ядерщики во всём мире, в частности, и в России в Объединенном институте ядерных исследований.

- Это либо, действительно, новая физика, либо ошибка в геодезии, - комментировал эксперимент научный сотрудник Института теор-

ретической и экспериментальной физики О.Егоров. - Ошибки могут быть в том факте, что часы находятся на разных уровнях: В ЦЕРНе по сравнению с Италией на 600 метров ниже. Поэтому в соответствии с общей теорией относительности, они могут показывать разное время...

Учёные считают, что, если ошибка в измерениях все-таки существует, то Егоров указал точное "место", где следует ее искать.

Искать, кстати, вместе с Эйнштейном, повод усомниться в правоте которого дали эксперименты с нейтрино. Ещё в начале прошлого века в рамках общей теории относительности Эйнштейн предположил, что гравитация влияет на ход времени - либо ускоряет, либо замедляет его. Часы, расположенные на Земле, должны идти не так, как те, которые над ней приподняты, поскольку гравитационные силы по мере удаления от поверхности нашей планеты ослабевают. В расчётах надо следить за положением частицы относительно Земли.

Еще несколько лет назад американские ученые точно определили, насколько быстрее бежит время, например, на 102-м этаже по сравнению с первым. Физики из Национального института стандартов и технологии (National Institute of Standards and Technology, Colorado) синхронизировали точнейшие атомные часы (погрешность хода - секунда за 4 миллиарда лет) и разнесли их по этажам небоскреба. И буквально каждый этаж ускорял время. Даже каждая ступенька создавала разницу в 90 миллиардных долей секунды. Человек, живущий на 102-м этаже, за 79 лет жизни окажется старше своего брата-близнеца, живущего на первом этаже, на 104 миллионных доли секунды.

Очевидно, что аналогичная разница в ходе должна наблюдаться и для часов, которые расположены на разных уровнях - одни ниже, как в ЦЕРНе, другие выше, как на итальянском детекторе нейтрино. Там, если верить Эйнштейну, время идет быстрее. Может быть, в этом и разгадка обнаруженной в ЦЕРНе аномалии?

Аналогичный эффект, примерно того же масштаба, что и проживание на 102-м этаже, дает перемещение по поверхности Земли. В 1971 году учёные отправили в кругосветное путешествие точнейшие атомные часы: часть с востока на запад, часть - наоборот. В итоге, часы показали разное на миллиардные доли секунды время.

Итак, источник нейтрино в Швейцарии расположен ниже детектора и чуть западнее. Частицы летели вверх (на 600 метров) и на восток. И совсем не исключено, что эти особенности могли повлиять на результаты. Но повлияли ли? Проверки продолжаются...

[1] <http://www.astronomy.ru/forum/index.php?topic=88615.0>.

[2] <http://habrahabr.ru/blogs/htranslations/129096/>.

[3] <http://www.uralweb.ru/news/n381824.html>.

СВЕТОТЕХНИКА – ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: А.А. Щербак

Рук.: асс. Е.Б. Алмазова

1. Светотехника.

Светотехника — область науки и техники, предметом которой являются исследование принципов и разработка способов генерирования, пространственного перераспределения и измерения характеристик оптического излучения, а также преобразование его энергии в другие виды энергии и использование в различных целях. Светотехника включает в себя конструкторскую и технологическую разработку источников излучения и систем управления ими, осветительных, облучательных и светосигнальных приборов, устройств и установок, нормирование, проектирование, монтаж и эксплуатацию светотехнических установок.

В современное время светотехника — это наука о свойствах света, возможностях и принципах его использования, а также о новых альтернативных источниках получения света. Наиболее востребованные и популярные направления светотехники — изучение и разработка световых приборов на основе светодиодов, световой дизайн.

2. Обзор некоторых источников света

2.1 Лампа накаливания. Лампа накаливания - источник света, в котором преобразование электрической энергии в световую происходит в результате накаливания электротокотом тугоплавкого проводника, помещённого в вакуумную колбу. Впервые световую энергию таким способом получил русский учёный А. Лодыгин в 1872 г., пропуская электрический ток через угольный стержень, помещённый в замкнутый сосуд, из которого был откачан воздух. В 1879 г. американский изобретатель Т. Эдисон создал удобную для промышленного изготовления конструкцию лампы накаливания с угольной нитью. Далее вместо угольной нити появилась вольфрамовая, ее стали изготавливать в виде спирали. Дальнейшее совершенствование лампы накаливания велось в направлении улучшения световой отдачи путём повышения температуры тела накала при сохранении срока службы лампы.

Преимущества: налаженность в массовом производстве; малая стоимость; небольшие размеры; отсутствие пускорегулирующей аппаратуры; быстрый выход на рабочий режим; невысокая чувствительность к сбоям в питании и скачкам напряжения; утилизация не приносит вред окружающей среде; нечувствительность к полярности напряжения; возможность изготовления ламп на разное напряжение; отсутствие мерцания и гудения при работе на переменном токе; непрерыв-

ный спектр излучения; устойчивость к электромагнитному импульсу; не бояться низкой и повышенной температуры; устойчивы к конденсату.

Недостатки: низкая светоотдача; относительно малый срок службы; хрупкость; бросок тока при включении; при термоударе или разрыве нити под напряжением возможен взрыв баллона; резкая зависимость светоотдачи и срока службы от напряжения; пожарная опасность; световой КПД мал и не превышает 4 %.

2.2. Люминесцентная лампа. Люминесцентная лампа - газоразрядный источник света, световой поток которого определяется свечением люминофоров под воздействием ультрафиолетового излучения разряда (технология разработана выдающимся учёным С. Вавиловым). Эти лампы широко применяются для освещения, при этом их светоотдача и срок службы в несколько раз больше, чем у ламп накаливания. Наиболее распространённой разновидностью подобных источников является ртутная люминесцентная лампа – цилиндрическая трубка с электродами, в которую закачаны пары ртути. Под действием электрического разряда пары ртути излучают ультрафиолетовые лучи, которые, заставляя нанести на стенки трубки люминофор излучать видимый свет.

Преимущества люминесцентных ламп (в сравнении с лампами накаливания): высокая светоотдача, более высокий КПД (20-25%) и больший срок службы; правильный выбор ламп по цветности создает более естественное освещение; менее чувствительны к повышению напряжения; приятные для восприятия спектры излучения; низкая температура (до 50 °С).

Недостатки люминесцентных ламп (в сравнении с лампами накаливания): к концу срока службы наблюдается снижение светового потока; сложные схемы подключения; при снижении напряжения в сети более, чем на 10 %, лампа не загорается; повышенный шум при работе; вредные для зрения пульсации светового потока; в спектре люминесцентной лампы есть ультрафиолетовая составляющая, что крайне вредно для зрения; в лампах содержится ртуть, и поэтому вышедшие из строя лампы требуют тщательной утилизации; при снижении температуры лампы могут гаснуть или не зажигаться.

2.3 Светодиоды. Светодиод или светоизлучающий диод (СД, СИД, LED) — полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока. Излучаемый свет лежит в узком диапазоне спектра, его спектральные характеристики зависят, в том числе, от химического состава используемых в нём полупроводников. В 1923 г., экспериментируя с детектирующим контактом на основе пары «карборунд — стальная проволока», О. Лосев обнаружил на стыке двух разнородных материалов слабое свечение — люминесценцию полупроводникового перехода. Первый светодиод, излучающий в видимом диапазоне спектра, был изготовлен в 1962 г. в Университете Иллинойса группой, Н. Холоньяка. При пропускании электротока через р-п переход в прямом направлении, электро-

ны и дырки рекомбинируют с излучением фотонов. Но не всякий p-n переход излучает свет, для этого необходимо, чтобы: а) ширина запрещенной зоны в активной области светодиода была близка к энергии квантов видимого света; б). полупроводниковый кристалл содержал мало дефектов, т.к. вероятность излучения при рекомбинации электронно-дырочных пар должна быть высокой. Чтобы соблюсти оба условия, одного p-n-перехода недостаточно, необходимо изготовить многослойные полупроводниковые структуры, (т. н. гетероструктуры), за изучение которых российский физик Ж. Алферов получил Нобелевскую премию 2000 года.

Цвет светодиода зависит исключительно от ширины запрещенной зоны. Чем «синее» светодиод, тем выше энергия квантов, тем больше должна быть ширина запрещенной зоны.

3. Световые характеристики рассмотренных источников света.

Мы измерили светотехнические характеристики лампы накаливания, энергосберегающей (газоразрядной, люминесцентной) лампы и светодиода. Измерения проводились следующим образом: с помощью люксметра измерялась освещенность каждой лампы, с высоты 1 м до поверхности селенового элемента люксметра. Далее рассчитывалась мощность, потребляемая от электросети источником света для уровня освещенности равного 200 люкс (нормальный уровень освещённости для рабочей поверхности стола).

Из полученных результатов следует, что для обеспечения нормального освещения наиболее экономичными являются светодиодные источники. Энергосберегающие (газоразрядные, люминесцентные) лампы потребляют в 4 раза меньше мощности, чем лампа накаливания, а последняя потребляет почти в 8 раз больше мощности, чем светодиод.

Далее, сравнивали эффективность преобразования электрической энергии в световую различными образцами ламп накаливания.

Полученные результаты показывают, что выпускаемые промышленностью бытовые лампы накаливания имеют распределение по световой эффективности. Наиболее эффективно преобразуют электрическую энергию в световую лампы накаливания в 100 Вт. Если условно считать, что коэффициент преобразования 100-ваттной лампы равен 1, то коэффициент преобразования лампы в 25 Вт – 0,66; в 40 Вт – 0,75; в 60 Вт – 0,82.

Итак, наиболее перспективными источниками излучения на сегодняшний день (с точки зрения энергосбережения) являются светоизлучающие диоды. Диапазон излучения светодиода лежит, в основном, в видимой области спектра. В нём нет ультрафиолетовой составляющей, как в энергосберегающей лампе, ни инфракрасной, как в лампе накаливания. Утилизация светодиодов не приносит вред окружающей среде. Их, практически единственным, недостатком является высокая цена.

Светодиодная техника опирается на достижения физики твердого тела, поэтому с каждым годом светотехническая промышленность выпускает светоизлучающие диоды с лучшими световыми и энергосберегающими характеристиками.

РЕАКТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ И ИСТОРИЯ ЕГО РАЗВИТИЯ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Сл.: С.И. Бахчеджи

Рук.: доц. В.И. Белозерцева

Человек всегда хотел научиться летать. Его мечта исполнилась недавно — был построен самолёт. Но, ни один учёный, ни один писатель-фантаст за многие века не смог назвать единственного находящегося в распоряжении человека средства, с помощью которого можно преодолеть силу земного притяжения и улететь в космос. Эта мечта осуществима только благодаря существованию в природе реактивного движения. Изучение реактивного движения важно для прогресса науки.

Принцип реактивного движения известен очень давно. В соответствии со свидетельством древнеримского писателя Авла Геллия (лат. Aulus Gellius) одно из первых реактивных устройств использовалось более 2000 лет назад, ещё в 400 году до н. э., греческим философом-пифагорейцем Архитом Тарентским, заставлявшим деревянного голубя двигаться вдоль проволоки с помощью пара. Архит Тарентский использовал принцип «действие-противодействие», который был научно описан только в XVII веке. Примерно тремя столетиями позже в Александрии в трактате «Пневматика» Герон описал первую паровую турбину — шар, вращаемый силой струй водяного пара. В 1750 году венгерский ученый Я.А. Сегнер построил прообраз гидравлической турбины. Отличие так называемого Сегнерова колеса от шара Герона состоит в том, что реактивная сила, вращающая устройство, создается не паром, а струей жидкости.

Следующий виток изучения реактивного движения связан с изобретением ракет. Истоки возникновения ракет большинство историков относят ко временам китайской династии Хань (206 год до н. э.—220 н. э.), к открытию пороха и началу его использования для фейерверков и развлечений. Тем не менее, именно изобретение пороха стало основной предпосылкой возникновения настоящих ракет.

В XIII веке вместе с монгольскими завоевателями ракеты попали в Европу, и в 1248 г. английский философ и естествоиспытатель Роджер Бэкон опубликовал труд по их применению. Известно, что ракеты применялись запорожскими казаками, начиная с XVI–XVII вв.

В XVII веке белорусский военный инженер Казимир Семенович описал многоступенчатую ракету.

В начале XIX века английская армия также приняла на вооружение боевые ракеты, производство которых наладил Уильям Конгрив. В то же время российский офицер Александр Засядько разрабатывал теорию ракет. Он, в частности, пытался рассчитать, сколько пороха необходимо для запуска ракеты на Луну. Большого успеха в совершенствовании ракет достиг в середине XIX века российский генерал артиллерии Константин Константинов.

В конце XIX века стали предприниматься попытки математически объяснить реактивное движение и создать более эффективные ракеты. В России одним из первых этим вопросом занялся Николай Тихомиров в 1894 году.

Во втором выдающемся труде И. В. Мещерского «Уравнения движения точки переменной массы в общем случае» (1904) он устанавливает и исследует общее уравнение движения точки, масса которой изменяется от одновременного процесса присоединения и отделения материальных частиц. Это уравнение известно как уравнение Мещерского – основное уравнение в механике тел переменной массы, оно формулирует зависимость между ускорением ракеты, скоростью изменения ее массы и скоростью выбрасываемых газов.

Мещерский И.В. рассмотрел большое количество частных задач о движении точки переменной массы, например восходящее движение ракеты и вертикальное движение аэростата.

Теорией реактивного движения занимался Константин Эдуардович Циолковский. 10 мая 1897 г К. Э. Циолковский в рукописи «Ракета» исследует ряд задач реактивного движения, где определяет скорость, которую развивает летательный аппарат под воздействием силы тяги ракетного двигателя, неизменной по направлению, при отсутствии всех других сил, конечная зависимость получила название «формулы Циолковского».

1903 г. К. Э. Циолковский опубликовал работу «Исследование мировых пространств реактивными приборами» — первую в мире, посвященную теоретическому обоснованию возможности осуществления межпланетных полетов с помощью реактивного летательного аппарата — «ракеты».

Немецкий учёный Герман Оберт в 1920-е годы также изложил принципы межпланетного полёта. Кроме того, он проводил стендовые испытания ракетных двигателей.

Американский учёный Роберт Годдард в 1923 году начал разрабатывать жидкостный ракетный двигатель и работающий прототип был создан к концу 1925 г. 16 марта 1926 г. он осуществил запуск первой жидкостной ракеты, в качестве топлива для которой использовались бензин и жидкий кислород.

Работы Циолковского, Оберта и Годдарда были продолжены группами энтузиастов ракетной техники в США, СССР и Германии.

В 1957 г. в СССР под руководством Сергея Королёва как средство доставки ядерного оружия была создана первая в мире межконтинентальная баллистическая ракета Р-7, которая в том же году была использована для запуска первого в мире искусственного спутника Земли. Так началось применение ракет, устройств использующих реактивное движение, для космических полётов и изучения космоса.

Ракета является единственным транспортным средством способным вывести космический аппарат в космос. Альтернативные способы поднимать космические аппараты на орбиту, такие как «космический лифт», пока что находятся на стадии проектирования.

Большинство современных ракет оснащаются химическими ракетными двигателями. Подобный двигатель может использовать твёрдое, жидкое или гибридное ракетное топливо.

Однако не всегда для движения ракет используются химические реакции. В паровых ракетах перенагретая вода, вытекающая через сопло, превращается в высокоскоростную паровую струю, служащую движителем. Эффективность их относительно низка, что окупается их простотой и безопасностью, а также дешевизной и доступностью воды. Существуют проекты использования паровых ракет для межпланетной транспортировки грузов, с нагревом воды за счёт ядерной или солнечной энергии.

Большое значение для создания реактивного двигателя имели теоретические работы русских учёных С. С. Неждановского, И. В. Мещерского, Н. Е. Жуковского, труды французского учёного Р. Эно-Пельтри, немецкого учёного Г. Оберта.

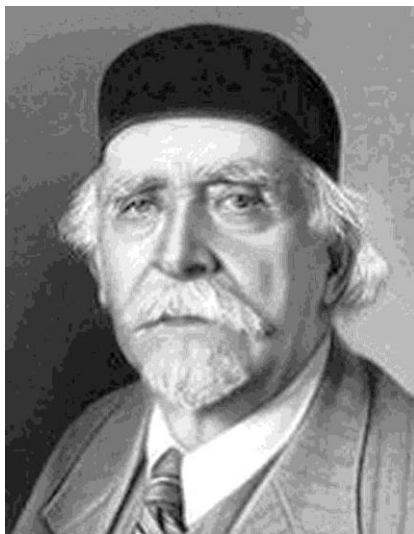
В настоящее время благодаря многим учёным со всего света, изучение реактивного движения продвинуто, но настолько оно продвинуто и сколько осталось до конца пути никто не знает.

Человек уже был в космосе, но он чувствует и знает, что не увидел и миллиардной доли того чего хотел бы увидеть. Значит, нам есть к чему стремиться.

ДМИТРИЙ ЗЕЛИНСКИЙ И ПРОТИВОГАЗ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст.: А.Р. Алмакаева, Л.Р. Шевченко
Рук.: доц. Ю.Г. Окладной, доц. В.К. Якуша*



Дмитрий Николаевич Зелинский

Д. Н. Зелинский – русский и советский химик-органик. Родился в Тирасполе. Высшее образование получил на Украине - в 1884 г. окончил Новороссийский университет в Одессе. С 1885 г. совершенствовал образование в Германии: в Лейпцигском университете у И. Вислиценуса и в Гёттингенском университете у В. Мейера. В 1888-1892 гг. работал в Новороссийском университете, с 1893 г. – профессор Московского университета, который оставил в 1911 г. в знак протеста против реакционной политики царского правительства. В 1911-1917 гг. – директор Центральной химической лаборатории министерства финансов в Петербурге, с 1917 г. – вновь в Московском университете, одновременно с 1935 – в Институте органической химии АН СССР, одним из организаторов которого он был.

Мировая война 1914 года застала Зелинского в более чем скромной обстановке — в мало приспособленной для научной работы лаборатории, куда вынужден был устроиться ученый с мировым именем после ухода из университета. Война неожиданным образом отразилась на направлении научных исследований знаменитого химика. В начале 1915 года весь мир был потрясен известием о том, что, нарушив международные договоры, немцы сначала на французском, а затем на русском фронте применили отравляющие газы. Сообщения об огромных потерях, которые несли неподготовленные войска от этого нового вида оружия, создали уныние и растерянность на фронте и в тылу. Начались лихорадочные поиски средств борьбы с отравляющими веществами.

Помимо естественного желания патриота оказать помощь родине в момент грозной опасности, у Николая Дмитриевича Зелинского были и свои особые причины, заставившие его принять участие в этой работе. Еще в 1885 году, во время заграничной командировки, работая в лаборатории Геттингенского университета, он приготовил новое вещество — дихлордиэтилсульфид. В процессе его изучения совершенно неожиданно для себя и для всех окружающих молодой русский ученый получил тяжелые ожоги и вынужден был много недель пролежать в госпитале. И теперь Н.Д. Зелинский не только лучше других понимал страдания пораженных ядовитыми газами, но и ясно понимал, что это — лишь начало и что за хлором, первым отравляющим веществом, последуют более страшные. Вскоре на фронте был применен дихлордиэтилсульфид — это отравляющее вещество получило печальную известность под названием «иприт», или «горчичный газ».

Зелинский видел, что поиски средств защиты от ОВ идут по неправильному пути. Изобретатели пытались найти химические поглотители, связывающие то или иное отдельно взятое ОВ. Необходимо было найти вещество, которое очищало бы воздух от любого ОВ независимо от его химического состава. Такой универсальный поглотитель и был найден Зелинским, им оказался древесный уголь. Ученый потратил немало усилий на разработку способов активирования угля — повышения его способности поглощать своей поверхностью различные вещества.

Противогаз Зелинского — Кумманта — первый противогаз, обладающий способностью поглощать широкую гамму отравляющих веществ, разработанный профессором Н.Д. Зелинским и технологом завода «Треугольник» М.И. Куммантом в 1915 году. Вклад инженера Кумманта заключался в создании защитной маски, которая полностью

защищала от контакта с отравленным воздухом не только дыхательные пути, но и лицо.

Основными составными частями этого противогаза были рези-



новая маска и металлическая коробка с активированным углем.

Русский военный в противогазе Зелинского -Кумманта

После начала использования подразделениями русской армии, участвовавшими в Первой мировой войне, данной модели противогаза, людские потери от газов противника резко снизились. Появление противогаза Зелинского спасло миллионы жизней. Учитывая гуманный характер своего изобретения, предназначенного для спасения людей, учёный благородно отказался от его патентования.

Литература

1. Волков В.А., Вонский Е.В., Кузнецова Г.И. Выдающиеся химики мира. – М.: ВШ, 1991. - 656 с.

2. Зелинский, Николай Дмитриевич - Википедия - [http://ru.wikipedia.org/wiki/Зелинский, Николай Дмитриевич](http://ru.wikipedia.org/wiki/Зелинский,_Николай_Дмитриевич)

3. Супотницкий М.В. От «шлема Гипо» — к защите Зелинского. Как совершенствовались противогазы в годы Первой мировой войны // Офицеры. — 2011. — № 1 (51). — С. 50–55.

КОНДРАТЮК Ю. В. – ОДИН ИЗ ПИОНЕРОВ РАЗРАБОТКИ ОСНОВ КОСМОНАВТИКИ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. М.С. Яковлюк

Рук. доц. В.И. Белозерцева

Кондратюк Юрий Васильевич родился 21 июня 1897 г. в Полтаве. В 1914—1915 гг. заинтересовался проблемами межпланетных сообщений и вскоре закончил рукописную работу, посвященную этим вопросам: «Тем, кто будет читать, чтобы строить» (1918—1919 гг.). В этой работе, независимо от К. Э. Циолковского, оригинальным методом вывел основное уравнение движения ракеты, дал схему и описание 4-ступенчатой ракеты на кислородно-водородном топливе, камеры сгорания двигателя с шахматным и другим расположением форсунок окислителя и горючего, параболаидального сопла. Кондратюк предложил: использовать сопротивление атмосферы для торможения ракеты при спуске с целью экономии топлива; для экономии энергии при полётах к небесным телам выводить космический корабль (КК) на орбиту их искусственного спутника, а для посадки на них человека и возвращения на КК использовать небольшой взлётно-посадочный аппарат, отделяемый от корабля. В этом же труде Кондратюк рассматривает: использование солнечной энергии с помощью зеркал концентраторов для нужд КК и системы больших зеркал на орбитах искусственного спутника для освещения

В 1929 в Новосибирске вышла его книга - «Завоевание межпланетных пространств», в которой определена последовательность первых этапов освоения космического пространства, более подробно рассмотрено большинство перечисленных выше проблем и сделан ряд дополнительных предложений: ракетно-артиллерийское снабжение ИС с Земли; использование в качестве горючего ракетных топлив некоторых металлов с высокой теплотой сгорания, металлоидов и их водородных соединений, в частности бороводородов. Научный и практический интерес представляют также описание устройства отдельных частей межпланетного КК, органов его управления и стабилизации. В трудах Кондратюка ряд вопросов ракетодинамики, ракетостроения и др. проблемы, связанные с освоением космического пространства, нашли новые решения, многие из которых используются по мере развития космонавтики. Наряду с разработкой проблем космонавтики известна изобретательская деятельность Кондратюка в области промышленной энергетики и др. областях. Именем Кондратюка назван кратер на Луне.

ИОНИСТОР – НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ НА СОВРЕМЕННОМ ТАНКЕ «ЛЕКЛЕРК»

*Ордена Красной Звезды факультет военной
подготовки НТУ «ХПИ»*

Курс.: М.П. Гребенюк, Е.А. Свинченко

*Рук.: доц. В.О. Повгородний, доц. С.А. Сладких,
доц. П.А. Бондарук*

В связи с тем, что толщина двойного электрического слоя (то есть расстояние между «обкладками» конденсатора) крайне мало, запасённая ионистором энергия выше по сравнению с обычными конденсаторами того же размера. К тому же, использование двойного электрического слоя вместо обычного диэлектрика позволяет намного увеличить площадь поверхности электрода. Типичная ёмкость ионистора — несколько фарад, при номинальном напряжении 2—10 вольт.

Первый конденсатор с двойным слоем на пористых угольных электродах был запатентован в 1957 году фирмой General Electric ^[1]. Так как точный механизм к тому моменту времени был не ясен, было предположено, что энергия запасается в порах на электродах, что и приводит к образованию *«исключительно высокой способности накопления заряда»*. Чуть позже, в 1966 фирма Standard Oil of Ohio, Cleveland (SOHIO), USA запатентовала элемент, который сохранял энергию в двойном слое.^[2]

По принципу накопления энергии псевдоконденсаторы можно отнести как к ионисторам (если энергия накапливается только в поверхностном слое электродов), так и к аккумуляторам (если энергия накапливается еще и в объеме электродов). Включение псевдоконденсаторов в электрическую цепь может существенно повысить удельную мощность химических источников тока.^[3]

С появлением ионисторов стало возможным использовать конденсаторы в электрических цепях не только как преобразующий элемент, но и как источник напряжения. Широко применяются в качестве замены батареек для хранения информации о параметрах изделия при отсутствии внешнего питания. Такие элементы имеют как несколько преимуществ, так и недостатков над обычными химическими источниками — гальваническими элементами и аккумуляторами:

Удельная энергия меньше, чем у аккумуляторов (5-12 Вт·ч/кг при 200 Вт·ч/кг для литий-ионных аккумуляторов).

Недостатки

Напряжение зависит от степени заряженности.

Возможность выгорания внутренних контактов при коротком замыкании.

Большое внутреннее сопротивление по сравнению с традиционными конденсаторами (10...100 Ом у ионистора 1 Ф × 5,5 В).

Значительно больший, по сравнению с аккумуляторами, саморазряд: порядка 1 мкА у ионистора 2 Ф × 2,5 В^[4].

Преимущества

Высокие скорости зарядки и разрядки.

Простота зарядного устройства

Малая деградация даже после сотен тысяч циклов заряда/разряда.

Малый вес по сравнению с электролитическими конденсаторами подобной ёмкости

Низкая токсичность материалов.

Высокая эффективность (более 95 %).

Неполярность (хотя на ионисторах и указаны «+» и «-»), это делается для обозначения полярности остаточного напряжения после его зарядки на заводе-изготовителе).

Плотность энергии

Плотность энергии ионисторов пока еще в несколько раз меньше возможностей аккумуляторов. Например, плотность энергии ионистора ВСАР3000 3000Ф × 2.7В массой 0.51 кг составляет 21.4 кДж/кг. Это в 7.6 раз меньше плотности энергии свинцовых электролитических аккумуляторов, в 25 раз меньше литий-полимерных аккумуляторов, но в десятки раз больше плотности энергии электролитического конденсатора.

Плотность мощности ионистора зависит от внутреннего сопротивления. В последних моделях ионисторов внутреннее сопротивление достаточно мало, что позволяет получать мощность, сравнимую с аккумуляторной.

В 1997 году исследователи из CSIRO разработали супер-конденсатор, который мог хранить большой заряд за счёт использования плёночных полимеров в качестве диэлектрика. Электроды были изготовлены из углеродных нанотрубок. У обычных конденсаторов удельная энергия составляет 0,5 Вт·ч/кг, а у конденсаторов PЕТ она была в 4 раза больше.

В 2008 году индийские исследователи разработали опытный образец ионистора на основе графеновых электродов, обладающий удельной энергоёмкостью до 32 Вт·ч/кг, сравнимую с таковой для свинцово-кислотных аккумуляторов (30—40 Вт·ч/кг) ^[5].

В 2011 году корейские ученые под руководством профессора Чой Джунг Вук (Choi Jung-wook) разработали суперконденсатор, изготовленный с применением графена и азота, обеспечивающий удвоенную емкость по сравнению с традиционными источниками энергии того же класса. Улучшение электрических свойств элемента питания было достигнуто благодаря добавлению азота.

Бытовая электроника

Применяются для основного и резервного питания в фотовспышках, фонарях, карманных плеерах и автоматических коммунальных счётчиках — везде, где требуется быстро зарядить устройство. Лазерный детектор рака молочной железы на ионисторах заряжается за 2,5 минуты и работает 1 минуту. ^[6]

В 2007 году выпустили шуруповёрт, в котором ионисторы общей ёмкостью 55 фарад заряжаются 1,5 минуты. Заряда хватает на 22 шурупа (по сравнению с 37 у шуруповёрта аккумуляторного)..

Перспективы развития

Срок службы ионисторов велик. Проводились исследования по определению максимального числа циклов заряд-разряд. После 100 000 циклов не наблюдалось ухудшения характеристик. Согласно недавним заявлениям сотрудников МПТ ионисторы могут в скором времени заменить обычные аккумуляторы. Кроме того, в 2009 году были проведены испытания аккумулятора на основе ионистора, в котором в пористый материал были введены наночастицы железа. Полученный двойной электрический слой пропускал электроны в два раза быстрее за счет создания туннельного эффекта. Группа учёных из Техасского университета в Остине разработала новый материал, представляющий собой пористый трёхмерный углерод. Полученный таким образом углерод обладал свойствами суперконденсатора. Обработка вышеописанного материала гидроксидом калия привела к созданию в углероде большого количества крохотных пор, которые в сочетании с электролитом смогли хранить в себе колоссальный электрический заряд. ^[7]

1. Гироскоп. - Физический энциклопедический словарь. - М.: Советская энциклопедия, 1983. - с. 125-127.

2. Танки и их поколения. - <http://topwar.ru/armament/armour/195-tanki-i-ix-pokoleniya.html>.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ – ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. Е.Н. Резниченко
Рук. доц. Г.И. Копач*

Основой энергетики сегодняшнего дня являются топливные запасы угля, нефти и газа, которые удовлетворяют примерно девяносто процентов энергетических потребностей человечества. Известно, что при сегодняшнем уровне потребления энергии, даже без учета его роста, ископаемых источников хватит еще максимум на 100-150 лет. Существенным недостатком использования ископаемых топливных запасов является загрязнение окружающей среды: выброс в атмосферу углекислого, сернистого газов и др. Поэтому в настоящее время перед человечеством стоит задача перехода на экологически чистые возобновляемые источники энергии.

Самым перспективным направлением нетрадиционной энергетики является использование солнечной энергии. Общая мощность солнечной радиации, перехватываемой нашей планетой, составляет $1,7 \cdot 10^{14}$ кВт за год, что примерно в 500 раз превышает предельные потребности человеческой цивилизации, которые составляют примерно $3 \cdot 10^{11}$ кВт.

Для оценки возможностей солнечной энергетики округленно считают, что плотность потока солнечной радиации вне атмосферы Земли равна $1,4 \text{ кВт/м}^2$, а на уровне океана на экваторе в полдень 1 кВт/м^2 . Солнечную энергию, которую наша планета получает за один год составляет $10^{18} \text{ кВт} \cdot \text{ч}$, что из общего количества поступающей на Землю солнечной радиации около 30% немедленно отражается в космос в виде коротковолнового излучения, 47% адсорбируются атмосферой, поверхностью планеты и преращается в тепло, которое большей частью рассеивается в космос в виде инфракрасного излучения, другие 23% вовлекаются в процессы испарения, конвекцию, осадки и кругооборот воды в природе. Небольшая часть, около 0,2% идет на образование потоков в океане и атмосфере, включая океанские волны.

И только 0,02% захватывается хлорофиллом зеленых растений и поддерживает жизнь на нашей планете. Малая доля от этих 0,02% обеспечила миллионы лет назад накопление на Земле запасов

В настоящее время интенсивно развивается новая область науки – гелиоэнергетика, изучающая возможности использования солнечной энергии. Различают 2 типа гелиоэнергетики: физическую и биологическую.

Примером биологического варианта гелиоэнергетики является использование солнечная энергия, накопленной в процессе фотосинтеза в органическом веществе растений (обычно в древесине).

Из физических вариантов гелиоэнергетики наиболее перспективным является прямое превращение солнечной энергии в электрическую, что осуществляется с помощью фотоэлектрических преобразователей, которые работают на принципе внутреннего фотоэффекта. При этом фотоны, поглощающиеся базовым слоем ФЭП, передают свою энергию непосредственно электронам.

Фотоэлектрический эффект возникает в полупроводниковых структурах при наличии в них энергетического барьера, который большинства ФЭП представляет собой встроенное электрическое поле, возникающее на границе двух полупроводниковых материалов, отличающихся типом электропроводности (электронной –n-тип и дырочной p-тип). При поглощении фотонов происходит генерация неравновесных электрон - дырочных пар, разделение которых встроенным электрическим полем приводит к формулированию фото -ЭДС.

КПД преобразователя солнечной энергии представляет собой отношение электрической мощности производимой при работе ФЭП к мощности солнечного излучения падающего на его поверхность при стандартной плотности радиации 1 кВт/м^2 . Так, даже при КПД 10% с 1 м^2 ФЭП можно получить 100 Вт электрической мощности.

По своему конструктивно-технологическому решению фотоэлектрические преобразователи представляют собой наукоемкие изделия электронной техники. Первые надежные и долговечные ФЭП были изготовлены на основе монокристаллического кремния для электроснабжения космических аппаратов.

Единичные ФЭП на основе Si параллельно - последовательно собираются в солнечные модули требуемой мощности и выходного напряжения. Стоимость этих модулей определяется высокой ценой пластин монокристаллического кремния толщиной 300-500мкм., используемых в его конструкции.

При производстве монокристаллических кремниевых ФЭП затрачивается такое количество энергии и труда, которое не окупится в течении всего времени их эксплуатации (20-25 лет). Наиболее перспективными для наземного использования являются тонкопленочные ФЭП, низкая стоимость которых при массовом производстве и при достаточной эффективности, определяется уменьшением толщины ФЭП в 100 раз.

Наибольшую эффективность демонстрируют солнечные элементы на основе пленок полупроводниковых поликристаллических соединений Cu(InGa)Se_2 , CdTe толщиной порядка нескольких мкм и пленок гидрогенизированного аморфного кремния.

Снижению себестоимости способствует также увеличение эффективности ФЭП. Например, по сравнению с 1998 годом, в настоящее время КПД лабораторных образцов ФЭП на основе пленочных слоев CdTe выросло в 2 раза и составляет примерно 15%, а на основе Cu(InGa)Se_2 – 18%.

Начавшееся в 1975 году практическое использование фотоэлектрических преобразователей в последнее время стремительно возросло.

В Японии действует крупнейшая в мире программа по поддержке использования солнечной энергии - в 2000 году увеличено производство подобной энергии до 128 мегаватт (в четыре раза).

На Филиппинах "солнечное электричество" обеспечивает потребности в энергии 400 тыс. человек.

В Швейцарии и Германии в середине 1990-х годов более 1 тыс. зданий были оборудованы солнечными панелями. Эти программы финансировались правительством.

В Кении в 1993 году было больше домов, оборудованных солнечными ячейками, чем домов, подключенных к централизованной системе снабжения электричеством.

В ЮАР правительство инициировало крупные программы по обеспечению солнечной энергией миллионов людей.

В настоящее время основной задачей ученых в области гелиоэнергетики является разработка экономических пленочных ФЭП для широкомасштабного наземного применения.

ФРАНЦУЗСКИЙ ТАНК «ЛЕКЛЕРК» – ПЕРВЕНЕЦ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ БРОНЕТЕХНИКИ СТРАН ЕВРОСОЮЗА

***Ордена Красной Звезды факультет военной подготовки
НТУ «ХПИ»***

Курс.: М.П. Гребенюк, Е.А. Свинченко

***Рук.: доц. В.О. Повгородний., п-к С.А. Сладких,
доц. П.А. Бондарук***

Объектом, заставившим не только говорить о себе, но и изменившим взгляды на облик современного основного боевого танка, стал "Леклерк". Разработка танка началась с 1978 г. Сложные узлы и агрегаты были испытаны на стендах и экспериментальных машинах проверялись так же и тепловизоры фирм TRT и SAT. Армия хотела иметь быстроходный танк - компактную машину с высокой удельной мощностью. Из соображений экономии два лазерных дальномера, сопряженных с прицелами командира и наводчика, заменили единым с выводом на оба канала. Был также усовершенствован тепловизор "Атос", который стал обеспечивать дальность обнаружения целей типа танка до 5000 м ночью и в плохую погоду. Плотности компоновки способствовала установка автомата заряжания пушки. По команде с пульта пушка автоматически становится на угол заряжания $-1,8^{\circ}$, а конвейер подает к окну ячейку с соответствующим снарядом. Автоматика способна обеспечить технический темп до 15 выстрелов в минуту. Лобовая броня танка образована наружным листом из снарядостойкой стали, затем листом стали высокой твердости, наполнителем из слоев керамики и стеклопластика, способных противостоять кумулятивной струе, и тыльным подбоем из тефлона и стеклопластика с упрочняющими углеродными волокнами. Мощная 120-мм гладкоствольная пушка CN 120-26 имеет длину ствола 6,20 м (52 калибра). Она обеспечивает начальную скорость 1750 м/с. Продувка ствола для охлаждения и удаления пороховых газов после выстрела производится сжатым воздухом от собственного компрессора. Фирмой "Юни Дизель" был специально разработан высокофорсированный многотопливный турбодизель жидкостного охлаждения V-8X 1500 с системой наддува "Гипербар". Двигатель имел массу 1650 кг, объем 16,48 л. и мощность 1500 л.с. Подвеска индивидуальная, гидропневматическая. Большинство систем танка управляется при помощи гибко программируемых электронных процессоров и аппаратуры. Для учета изгиба ствола при нагреве служит контролирующая система.

РОЛЬ О.О. ЛАВРЕНТЬЄВА В ІСТОРІЇ ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ

*Національний технічний університет
“Харківський політехнічний інститут”*

*Курс. В.А. Вінницький
Рук. доц. Н.Л. Дьяконенко*

В журналі «Успехи физических наук» у 2001 році були опубліковані секретні архіви, серед яких листи молодого солдата вищому керівництву країни, в якому він у 1950 році виклав дві свої ідеї стосовно конструювання водневої бомби та керованого термоядерного синтезу (КТС). Було відновлено науковий пріоритет - ім'я Олега Олександровича Лаврентьєва зайняло своє справжнє місце в історії ядерної фізики.

Коли Олег навчався в 7-му класі середньої школи, він прочитав книгу «Введение в ядерную физику», яка щойно вийшла, дізнався про атомну проблему, і виникла мрія - поставити атом на службу людині. Для здійснення мрії потрібно вчитися, але була війна. Олег пішов на фронт, а після закінчення війни потрапив служити на острів Сахалін. На отримане сержантське грошове забезпечення він зміг виписати з Москви потрібні книги і підписатися на журнал "Успехи физических наук". Олег поставив собі мету і почав підготовку до майбутньої наукової роботи. Самостійно, не маючи офіційної середньої освіти, освоїв диференціальне й інтегральне числення в математиці, з фізики пропрацював курс університетської програми - механіку, теплоту, молекулярну фізику, електрику і магнетизм, атомну фізику, з хімії - двотомник Некрасова і підручник Глінки! З ядерної фізики Олег вбирав усе, що з'являлося в газетах, журналах, передачах по радіо. Його цікавили прискорювачі, методи експериментальної ядерної фізики, ядерні реакції заряджених частинок, ядерна енергетика, проблеми застосування ядерної енергії у військових цілях. Одного разу командування частини доручило Лаврентьєву підготувати лекцію для особового складу з атомної проблеми. Зосереджуючись на тому, про що йому треба було читати лекцію, Олег заново переосмислив весь накопичений у голові матеріал і знайшов відповіді на питання, над якими бився багато років поспіль. Перша ідея - пропозиція фізичної схеми водневої бомби. На той час використання термоядерного синтезу для створення водневої бомби уявлялося неможливим, так як за умов нормальної температури дейтерій і тритій - це гази. Для термоядерної бомби потрібно їх скраплювати, тобто помістити в кріостат (посудина з подвійними стінками, між

якими вакуум), цю посудину занурити в рідкий гелій, що знаходиться в такому ж кріостаті, а той, у свою чергу, занурити в кріостат з рідким азотом. Всі ці гази будуть випаровуватися, тому їх треба вловлювати і знову скраплювати. Тому в пристрої водневої бомби потрібна була безперервно працююча кріогенна техніка. Така бомба вагою до ста тонн розміром з двоповерховий будинок проектувалася в американців. У Лаврентьєва вперше зародилася ідея створення водневої бомби без рідких дейтерію та тритію. Суть винаходу Лаврентьєва: термоядерний процес ініціюється потужним імпульсним потоком нейтронів, який виходить при вибуху атомної бомби. Цей потік дає початок ядерної реакції взаємодії нейтрона з літієм-6, продуктом цієї реакції є тритій, який реагує з дейтерієм, і в сумі обидві ці реакції призводять до виділення величезної енергії. Рідкі дейтерій і тритій замінені на твердий дейтерід літію. ${}^6\text{LiD}$ - це не газ, це тверда речовина з температурою плавлення в 700°C . Значить, не потрібні будуть кріостати, бомбу можна зробити легкою! Потрібен не просто літій, а літій-6, тоді при поглинанні нейтрона він дасть гелій і тритій, а тритій, з'єднуючись з дейтерієм, дасть гелій і нейтрон, ланцюг реакцій замикається по нейтронам. Лаврентьєв називав термоядерну бомбу не водневою, а літієво-водневою, що більш точно відображає її зміст. Через два роки до подібної ідеї прийшли американські вчені.

Друга ідея - використання у промисловій енергетиці керованого термоядерного синтезу важких ізотопів водню - дейтерію та тритію з конкретною схемою реактору. Реактор представляв собою систему з двох сферичних, концентрично розташованих електродів. Внутрішній електрод передбачалося виконати у вигляді прозорої сітки, зовнішній електрод повинен бути джерелом іонів. На сітку подається високий негативний потенціал. Плазма створюється інжекцією іонів з поверхні сфери та емісією вторинних електронів з сітки. Термоізоляція плазми здійснюється шляхом гальмування іонів у зовнішньому електричному полі. В результаті фокусування іонів дейтерію в центрі сфери там досягається найбільша щільність плазми і відбувається інтенсивне термоядерне "горіння". Поблизу сітки щільність плазми падає на декілька порядків, термоядерна реакція йде слабо, теплові втрати незначні і не призводять до руйнування сітки.

Під впливом цих ідей з'явилися нові проекти інших авторів: магнітні термоядерні реактори (МТР), тороїдальні камери з магнітними котушками (ТОКАМАК) і т.д.

Після закінчення Московського державного університету Олег Олександрович до кінця свого життя (2011р.) працював в Інституті фізики плазми Харківського фізико-технічного інституту (ХФТІ), удосконалював свою модель так званої "електромагнітної пастки", опублікував понад 100 наукових робіт різними мовами, кілька десятків винаходів.

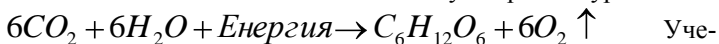
ИСКУССТВЕННЫЙ ФОТОСИНТЕЗ

*Харьковский национальный аграрный
университет им В.В. Докучаева*

Ст.: К.А. Васичкова, Д.М. Тентюк

Рук. доц. С.С. Авотин

Фотосинтез – это процесс синтеза органических соединений из неорганических с использованием лучистой энергии Солнца. Фотосинтез имеет большое значение для существования биосферы, так как зелёные растения осваивают и аккумулируют солнечную энергию. Этот сложный и многоступенчатый процесс начинается с поглощения квантов света молекулой хлорофилла. Зелёный цвет листьев растений и обусловлен поглощением красных и фиолетовых лучей солнечного спектра молекулой хлорофилла. В процессе фотосинтеза водород, необходимый для восстановления диоксида углерода до глюкозы, берётся из воды, а кислород является побочным продуктом реакции. Процесс фотосинтеза можно описать таким суммарным уравнением



ные лаборатории Biosolar Lab Политехнического университета Турина разработали устройство, принцип работы которого напоминает фотосинтез. С помощью солнечной энергии он расщепляет воду на кислород и водород. Свое изобретение ученые так и назвали - ***искусственный лист***. Для генерирования электричества нужны только солнечный свет и вода. Это устройство, размером с игральную карту, изготовленное из недорогих широкодоступных материалов – стабильный источник возобновляемой энергии. В его состав также входит электроника и катализаторы - вещества, которые ускоряют химические реакции. Полученные водород и кислород поступают в топливные элементы, которые и вырабатывают электричество. Чтобы обеспечивать один дом электричеством в течение дня, устройству достаточно около 4-х литров воды и прямых солнечных лучей. В лабораторных условиях устройство проработало 45 часов без снижения энергоотдачи. При проведении процесса фотосинтеза искусственный листок оказался вдесятеро эффективнее от природного. И это только начало. Тем не менее, до промышленного производства еще очень далеко. Как считают разработчики, нужно несколько лет для завершения исследований и еще около 5 лет для создания коммерческого продукта.

ЛІФТ У КОСМОС
Національний технічний університет
“Харківський політехнічний інститут”

Курс. А.О. Стецюк
Рук. доц. Н.Л. Дьяконенко

Космічний ліфт - гіпотетична конструкція, заснована на застосуванні троса, простягнутого від поверхні планети до орбітальної станції, яка знаходиться на геостационарній орбіті (ГСО). ГСО - це кругова орбіта, розташована над екватором Землі (0° широти), перебуваючи на якій штучний супутник обертається навколо планети з кутовою швидкістю, яка дорівнює кутовій швидкості обертання Землі навколо осі. Супутник повинен обертатися в напрямку обертання Землі на висоті 35786 км над рівнем моря. Саме така висота забезпечує супутнику період обертання, рівний періоду обертання Землі: 23 години 56 хвилин 4,091 секунди. Супутник, що знаходиться на ГСО, нерухомий відносно поверхні Землі. Отже, сили гравітації і відцентрова сила, які діють на нього, повинні врівноважувати одна одну. Для обчислення висоти геостационарної орбіти можна скористатися методами класичної механіки:

$$F_i = F_g,$$

де F_i - сила інерції, а в даному випадку, відцентрова сила; F_g - гравітаційна сила. Величину гравітаційної сили, що діє на супутник, можна визначити за законом всесвітнього тяжіння:

$$F_g = G \cdot \frac{M_3 \cdot m_c}{R^2},$$

де m_c – маса супутника, $M_3 = 5,97 \cdot 10^{24}$ кг – маса Землі, G – гравітаційна постійна, а R – відстань у метрах від супутника до центру Землі (радіус орбіти). Величина відцентрової сили

$$F_i = m_c a_{д.п.},$$

де $a_{д.п.}$ – доцентрове прискорення, що виникає при круговому русі по орбіті. Маса супутника присутня у виразах для відцентрової сили і для гравітаційної сили. Тобто висота орбіти не залежить від маси супутника, що є наслідком рівності гравітаційної та інертної маси. Отже, ГСО визначається лише висотою, при якій відцентрова сила буде дорівнювати по модулю і буде протилежною за напрямком гравітаційній силі, утвореній тяжінням Землі на даній висоті. Доцентрове прискорення

$$a_{д.п.} = \omega^2 R,$$

де ω - кутова швидкість супутника.

Доцентрове прискорення має фізичний сенс тільки в інерціальній системі відліку, тоді як відцентрова сила є так званою уявною силою і має місце виключно в системах відліку, які пов'язані з тілами, які обертаються. Доцентрова сила (в даному випадку сила гравітації) викликає доцентрове прискорення. За модулем доцентрове прискорення в інерціальній системі відліку дорівнює відцентровому в системі відліку, пов'язаній у нашому випадку з супутником. Зрівнюючи вирази для гравітаційної і відцентрової сил і підставляючи доцентрове прискорення, отримуємо:

$$m_c \cdot \omega^2 \cdot R = G \cdot \frac{M_3 \cdot m_c}{R^2}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M_3}{\omega^2}}$$

звідси

Кутова швидкість ω , обчислена діленням кута, пройденого за один оберт 2π радіан на період обертання 86164 секунди, дорівнює $7,29 \cdot 10^{-5}$ рад/сек. Отриманий радіус орбіти становить 42164 км. Віднімаючи екваторіальний радіус Землі, 6378 км, отримуємо висоту 35786 км. Швидкість, з якою супутник летить у космосі на цій орбіті, обчислюється

$$v = \omega R = 3,07 \text{ км/с.}$$

Геостаціонарні орбіти такі високі, щоб перша космічна швидкість була на них меншою, ніж на низьких орбітах (7,9 км/с).

Вперше ідею космічного ліфта висловив Костянтин Ціолковський у 1895 р. Детальну розробку ця ідея отримала в 1960 році в працях російського інженера Юрія Арцутанова. Він запропонував економічно вигідний і безпечний спосіб доступу до орбіти - використовувати супутник на ГСО в якості бази. За допомогою противаги з орбіти на поверхню Землі буде спущено трос. Противага буде віддалятися від Землі, утримуючи центр мас троса нерухомо – плавати в навколосемному просторі, натягуючи багатокілометрові "кабелі". Противага може бути створена двома способами - шляхом прив'язки важкого об'єкта (наприклад, астероїда, космічного поселення) за ГСО або продовження самого троса на значну відстань за геостаціонарну орбіту. Другий варіант легше здійснити, крім того, з кінця подовженого троса простіше запускати вантажі на інші планети, оскільки він має значну швидкість відносно Землі. Тросом підніметься підйомник, який несе корисний вантаж. Електроживлення подаватиметься від закріплених на ГСО сонячних батарей. Від троса вимагається надзвичайно велика

міцність на розрив у поєднанні з низькою густиною. Відсутність відповідних матеріалів довгі роки перешкождала реалізації ідеї створення ліфта в космос.

Для оцінки ключових параметрів троса, що зв'язує поверхню Землі з супутником, фонд Spaceward вигдав нову одиницю - Юрій (Yuri). Yuri - це відношення міцності на розрив до густини матеріалу, або в одиницях СІ: $\text{Па} \cdot \text{м}^3/\text{кг}$. Добрий сталевий дріт має питому міцність у 0,5 MYuri, кращі ж сучасні синтетичні волокна: японський матеріал Zylon і американський Spectra 2 - 3,74 і 3,6 MYuri відповідно. Тим часом для побудови реального космічного ліфта необхідно мати хоча б 25-30 MYuri, а краще - 45-100 (у другому випадку ліфт вийде істотно легшим, і побудувати його можна буде набагато швидше). Космічний ліфт буде економічно виправданий, якщо можна буде виробляти в промислових масштабах за розумну ціну трос з густиною, порівнянною з графітом, і міцністю близько 65-120 гігапаскалей. Для порівняння, міцність більшості видів сталі - близько 1 ГПа, причому сталь важка. У набагато більш легкого кевлара міцність у межах 2,6-4,1 ГПа, а у кварцового волокна - до 20 ГПа. Років десять тому унікальні властивості міцності вуглецевих нанотрубок наштовхнули вчених на можливість їх використання для створення ліфта, який міг би вивозити людей на орбіту. Теоретично міцність вуглецевих нанотрубок повинна бути більше 120 ГПа, але на практиці найвища розтяжність одношарової нанотрубки була 52 ГПа, а в середньому вони ламалися в діапазоні 30-50 ГПа. Найміцніша нитка, сплетена з нанотрубок, буде менш міцною, ніж її компоненти.

Експерименти вчених з Технологічного університету Сіднея дозволили створити графеновий папір. Густина матеріалу в п'ять-шість разів нижча, ніж у сталі, при цьому міцність на розрив у десять разів вища, ніж у вуглецевої сталі. При цьому графен є добрим провідником електричного струму, що дозволяє використовувати його для передачі потужності підйомнику, в якості контактної шини. Інженерам ще належить вирішити багато технічних труднощів. Втім, деякі з них уже подолані. Так, якщо в 2002 році інженери не знали, де взяти таку кількість міцних вуглецевих нанотрубок, то тепер ця проблема частково вирішена. Багатометрові волокна з нанотрубок отримують з 2009 року. Дослідження щодо поліпшення чистоти матеріалу трубок і з створення різних їх видів тривають. Створення космічного ліфта стає інженерним завданням, яке можливо вирішити, хоча і вимагає використання передових розробок. У лютому 2012 року будівельна корпорація «Обаясі» (Японія) оголосила про плани зі створення космічного ліфта до 2050 року за допомогою використання вуглецевих нанотрубок. Туристи і вчені зможуть запросто долати чверть відстані від Землі до Місяця. На висоту 96000 кілометрів людей буде піднімати кабіна, розрахована на 30 осіб, яка рухається по тросах з нанотрубок.

СКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ – БУДУЩЕЕ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

Национальный фармацевтический университет

Ст. Мнемба Бенедикт

Рук. доц. С.С. Авотин

Складной велосипед известен всем. Многие знают о складных мопедах. Такой принцип положен в основу складного автомобиля, показанного в Брюсселе. Идея принадлежит испанской компании Afupaida & Denokinn, которая вместе с Массачусетским технологическим институтом создала прототип автомобиля для прокатных фирм и такси. Тем, кто захочет его купить, придется заплатить 12,5 тысяч евро.

Компания Smart, которая первой выпустила свой «For Two» обратила внимание способностью автомобиля парковаться перпендикулярно движению благодаря своей малой длине.

Складной автомобиль Hiriko «For Two» может становиться на парковке под углом 80 градусов к вертикали (рис.).

Городской автомобиль весом в 730 кг имеет электрический привод на все четыре колеса. Заряда батареи хватает, чтобы проехать чуть более 100 км со скоростью 110 км/час. Система поворота всех четырех колес позволяет разворачиваться электрокару на месте.

Руль регулируется по высоте и может перемещаться на любую сторону. Для более "плотной" парковки подъемная дверь расположена спереди.

image by William Lark Jr. Smartcities MIT



Первый прототип, был показан в штаб-квартире Европейского Союза в Брюсселе. Планируется "выпустить" их на дороги крупных европейских городов уже в следующем году. Первые автомобили будут изготовлены на заводе в Бильбао, Испания. Автомобиль разработан по модульной системе, и его сборку можно производить в других городах.

ПРИБОРЫ НАБЛЮДЕНИЯ И ПРИЦЕЛИВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО ТАНКА

**Ордена Красной Звезды факультет военной подготовки
НТУ «ХПИ»**

Курс.: А. Зимбицкий

Рук.: доц. В.О. Повгородний, доц. С.А. Сладких

Стереоскопический дальномер ДЯ-6 предназначен для определения дальности и высоты полета цели, а также ее угловых координат (азимут и угол места) при стрельбе зенитной артиллерии среднего и крупного калибра. База – 3 м. Пределы измерения: дальности – от 2000 до 50000 м; высоты – от 200 до 20000 м; угла места цели – от -4° $-00'$ (-24°) до $+15^{\circ}$ $-00'$ ($+90^{\circ}$). Оптические характеристики дальномера: увеличение — 8х поле зрения – $7^{\circ}30'$. Масса в боевом положении – 205 кг. Дальномер — устройство, предназначенное для определения расстояния от наблюдателя до объекта. Используется в геодезии, для наводки на резкость в фотографии, в прицельных приспособлениях оружия, систем бомбометания и т. д.

Дальномерные приспособления делятся на активные и пассивные: активные – звуковой дальномер; световой дальномер; лазерный дальномер. К пассивным дальномерам относят дальномеры, использующие оптический параллакс (например, дальномерный фотоаппарат); дальномеры, использующие сопоставление объекта какому-либо образцу.

Устройство и принцип работы оптического дальномера

Принцип действия дальномеров активного типа состоит в измерении времени, которое затрачивает посланный дальномером сигнал для прохождения расстояния до объекта и обратно. Скорость распространения сигнала (скорость света или звука) считается известной. Измерение расстояний дальномерами пассивного типа основано на определении высоты h равнобедренного треугольника ABC, например по известной стороне $AB=l$ (базе) и противолежащему острому углу β (т. н. параллактическому углу). Одна из величин, l или β , обычно является постоянной, а другая – переменной (измеряемой). По этому признаку различают дальномеры с постоянным углом и дальномеры с постоянной базой.

$AB = l$ – расстояние между объективами дальномера (база дальномера);
 C – объект, до которого надо определить расстояние; h – расстояние

между дальномером и объектом наблюдения

Дальномерный фотоаппарат устанавливается на танке Т-80У. Система управления огнем танка включает информационно-вычислительный дневной прицельный комплекс наводчика, прицельно-наблюдательный комплекс командира и ночной прицельный комплекс наводчика. Огневая мощь Т-80У значительно возросла за счет применения нового комплекса управляемого ракетного оружия "Рефлекс" с помехозащищенной системой управления огнем, обеспечивающей повышение дальности и точности стрельбы при сокращении времени на подготовку первого выстрела. Новый комплекс обеспечил возможность борьбы не только с бронированными целями, но и с низколетящими вертолетами. Ракета 9М119, управляемая по лучу лазера, обеспечивает дальность поражения цели типа "танк" при стрельбе с места на дальностях 100-5000 м с вероятностью 0,8. Боекомплект пушки 2А46М-1, включающий 45 боеприпасов, состоит также из бронебойно-кумулятивных и осколочно-фугасных выстрелов. Бронебойно-подкалиберный снаряд обладает начальной скоростью 1715 м/с (что превосходит начальную скорость снаряда любого другого зарубежного танка) и способен на дальности прямого выстрела - 2200 м - поражать сильнобронированные цели.

1.Герасимов Ф. Я., Говорухин А. М. и др. Краткий топографо-геодезический словарь-справочник,1968;М Недра.

2.Устройство лазерного дальномера. Википедия.

3.Волокно-оптические гироскопы.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Ордена Красной Звезды факультет военной подготовки НТУ «ХПИ»

Курс.: В.Попов

Рук.: доц. В.О. Повгородний, доц. С.А. Сладких

На протяжении XX века нефть являлась основным энергетическим ресурсом, однако многие международные эксперты прогнозируют спад мировой добычи нефти после 2010 г. В связи с этим перспективы применения двигателей внутреннего сгорания в качестве силовых установок для автотранспортных средств, сельскохозяйственной техники и малой энергетики связаны с решением ряда проблем по замене нефтяных топлив альтернативными и уменьшению

загрязнения окружающей среды выбросами токсичных веществ и парниковых газов.

К альтернативным, нефтяным топливам относят топлива, получаемые из возобновляемых и невозобновляемых ресурсов. Топлива, полученные из растительного сырья, так называемые биотоплива, включают: этанол, метанол, диметиловый эфир, биогаз, биодизельное топливо, растительные масла. В большинстве развитых стран действуют государственные программы по внедрению биотоплив. В США в 2003 году принят новый закон об энергетике, стимулирующий использование биотоплив. В Европе 8 мая 2003 г. принята Директива 2003/30/ЕС, согласно которой рекомендуется применять биодизельное топливо в чистом виде и биоэтанол в виде смесей с нефтяными топливами или добавок (например, этил третбутиловый эфир — ЭТБЭ). К 2011 г. должно быть заменено 5,75% (по энергетическому содержанию) нефтяных топлив биотопливами.

Рост производства биотоплив в странах ЕС. В 2004 году количество произведенного биотоплива составило 2,1 млн т, из них дизельного топлива — 1,85 млн т. Применение биотоплив в Европе рассматривают как средство снижения зависимости от стран-экспортеров нефти, а также как способ существенного снижения выбросов парниковых газов.

Биодизельное топливо является продуктом переэтерификации растительных масел и представляет собой смесь метиловых или этиловых эфиров жирных кислот. Оно может использоваться в чистом виде, либо как смесь с обычным дизельным топливом в любых пропорциях. Сырьем для него служат растительные масла (рапсовое, соевое, подсолнечное, кукурузное, горчичное, пальмовое и др.), а также этанол. Среди преимуществ биодизельного топлива следует отметить следующие. Биодизельное топливо получают из возобновляемых ресурсов, его химотологические свойства очень близки к нефтяному. Топливо обладает хорошими смазывающими свойствами и при проливах на почву быстро разлагается бактериями. При использовании биодизеля значительно снижаются выбросы парниковых газов, углеводородов, оксида углерода, сажи и канцерогенов; уменьшается дымность отработанных газов.

Кинематическая вязкость измерялась на вискозиметре ВПЖ-2 по ГОСТ 33-2003. Все исследуемые масла имеют вязкость в 10 раз выше дизельного топлива, разница между подсолнечным, соевым и кукурузным маслами составляет около 7%, а вязкость рапсового и горчичного масла на 20% выше. Другие данные приведены будут в презентации. Биотопливо можно использовать в современных танках, что является экономически выгодно.

ПЕРВОМУ ДОСТИЖЕНИЮ УКРАИНСКИХ ЯДЕРЩИКОВ - 80

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст. Л.В. Коваль

Рук. доц. Ю.Г. Окладной

В 30-е годы прошлого столетия крылатыми стали строки из стихотворения известного украинского поэта П. Тычины

"...Ми тривожим стратосферу,
Атомне ядро і сферу..."

Атомное ядро "потревожила" тогда, 10 октября далёкого 32-го, комсомольская высоковольтная бригада УФТИ в составе К.Д. Синельникова, А.К. Вальтера, А.И. Лейпунского и Г.Д. Латышева. Молодые харьковские ядерщики первыми в СССР и вторыми в мире расщепили атомное ядро искусственно ускоренными заряженными частицами. Они несколько месяцев уступили англичанам из лаборатории всемирно известного Э. Резерфорда, но опередили американцев. Этому достижению харьковских физиков была посвящена большая публикация в газете "Правда".

Украинский физико-технический институт был создан в 1928 году по инициативе патриарха советской физики академика А.Ф. Иоффе. Для развития физических исследований в первой столице Украины из Ленинграда в Харьков была направлена большая группа молодых учёных, которые прошли стажировку в ведущих европейских лабораториях: Л.Д. Ландау, К.Д. Синельников, А.И. Лейпунский, Л.В. Шубников, А.К. Вальтер, М.И. Корсунский и ряд других.

Первоначально планировалось создать в Харькове криогенную лабораторию. Однако ряд молодых исследователей увлеклись набиравшими тогда обороты во всём мире исследованиями в области атомного ядра. Первое достижение харьковских ядерщиков дало этим исследованиям новый толчок. Были выделены средства на строительство помимо главного также и высоковольтного корпуса УФТИ. Харьков становится местом проведения всесоюзных и международных научных конференций. Первая столица Украины превращается в первую столицу ядерной физики в СССР.

Высоковольтный корпус УФТИ очень пригодился во второй половине 40-х годов прошлого столетия, когда после окончания второй мировой войны перед СССР во весь рост стала задача создания ядерного оружия. К счастью, во время войны корпус и его оборудование почти не пострадали. А они оказались крайне необходимы для измерения ядерных констант.

ВЛИНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ИСТОРИЮ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. Н.А. Пидручная
Рук. доц. А. Г. Лазаренко*

Впервые идею о влиянии солнечной активности на земную жизнь высказал Александр Львович Чижевский в 1915 г., и впоследствии подтвердил её научными исследованиями. Теория Чижевского выражалась в следующем: он заметил, что циклы солнечной активности проявляют себя в биосфере, изменяя все жизненные процессы, начиная от урожайности и кончая заболеваемостью и психической настроенностью человечества. В результате, это отражается на конкретных исторических событиях — политико-экономических кризисах, войнах, восстаниях, революциях и т. п. Подобную теорию уже в конце XX предложил пакистанский инженер-ядерщик Султан Башир Махмуд.

Всеобщий исторический цикл содержит четыре этапа: I - минимальной возбудимости, II - нарастания возбудимости, III - максимальной возбудимости, IV - падения возбудимости.

Эти четыре этапа стремятся быть вполне одновременными с соответствующими им эпохами солнцедятельности: минимумом пятен, нарастанием максимума, максимумом и убыванием максимума с переходом в минимум.

Как известно, переход от минимума к максимуму солнцедятельности совершается несколько скорее, чем переход от максимума к минимуму т.е. пятнообразование возрастает быстрее, чем угасает.

Приняли: период минимальной возбудимости равным 3 годам, нарастания - 2, максимальной - 3, падения - 3.

Произведенный за 500 лет (с XV по XX в.в.) статистический учет событий всемирной истории показал распределение их по 4 периодам цикла, а именно: в I периоде цикла (3 года) имеют начало 5% всех исторических событий, II (2 года) - 20%, III (3 года) - 60%, IV (3 года) - 15%. Таким образом, в один год I-го периода цикла имеют начало 1,7% всех исторических событий, II-го - 10%, III-го - 20%, IV-го - 5%.

Первый период историометрического цикла (период минимальной возбудимости) характеризуется следующими чертами: разрозненность масс, индифферентизм масс к вопросам политическим и военным, миролюбивое настроение масс, уступчивость, терпимость и т. д.

Второй период историометрического цикла (период нарастания возбудимости) характеризуется значительно большим подъемом возбуждения масс, чем в период предшествовавший. Вопросы, политические и военные, начинают показываться из-за горизонта общественной жизни и постепенно обостряются.

В течение второго периода следует различать три главных фазы в порядке постепенного их развития: 1) возникновение в массах идей; 2) группировка идей; 3) выявление одной основной идеи в массах данного человеческого сообщества к начальному моменту III периода.

Третий период историометрического цикла (период максимальной возбудимости) является главным этапом развития каждого цикла, разрешающим всемирно-исторические проблемы человечества и основополагающий новые исторические эпохи. Он побуждает человечество к величайшим безумствам и величайшим благодеяниям: он воплощает идеи в жизнь путем пролития крови и лязга железа.

Если бы мы пожелали дать сравнительно-историческую характеристику этого периода, нам пришлось бы повторить главнейшие события всемирной истории: все они, как показали произведенные сопоставления деятельности Солнца и человека, происходили в эпохи напряжения активности первого.

Четвертый период историометрического цикла (период падения возбудимости) может также изобиловать крупными событиями, но, обычно, в этом периоде лишь завершаются те из них, которые возникли ранее. Период падения возбудимости является как бы отголоском предшествовавшего ему бурного периода борьбы, волнений, высшая степень напряженности которых уже миновала, и чувствуется общая потребность в успокоении и мире.

Таким образом, ход истории человечества напрямую зависит от солнечной активности.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕЙВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ

*Харьковский национальный экономический
университет*

Ст. Н.В. Гнидаш

Рук.: доц. А.В. Дорохов

Задача моделирования загрязнения воздуха состоит в оценке концентрации загрязняющих веществ в воздухе вне помещений, вызванной, например, ростом промышленного производства, случайными выбросами или движением транспорта. Моделирование загрязнения воздуха используется для установления общей концентрации загрязняющего вещества, а также для выяснения причины необычно высоких ее уровней. Для проектов на стадии планирования предварительный расчет дополнительного загрязнения сверх существующего уровня может быть произведен заранее, и условия эмиссии загрязняющих веществ могут быть оптимизированы.

В зависимости от стандартов содержания в воздухе, определенных для данного загрязняющего вещества, интерес представляют среднегодовые показатели или кратковременные пиковые концентрации. Обычно концентрации следует определять в зоне активной жизнедеятельности человека, то есть на высоте приблизительно двух метров от уровня земли.

На рассеивание загрязняющего вещества оказывают влияние два типа параметров: параметры источника и метеорологические параметры. Для параметров источника концентрации пропорциональны количеству выделяемого загрязняющего вещества. В случае пылевого загрязнения для определения осаждения и отложения пыли необходимо знать диаметр ее частичек (VDI 1992). Поскольку, чем выше дымовые трубы, тем ниже поверхностная концентрация, этот параметр тоже надо учитывать. Кроме того, концентрации зависят не только от общего количества выпускаемого газа, но и от его температуры и скорости. Если температура выпускаемого газа выше температуры окружающего воздуха, то это приводит к термической плавучести газа. Скорость его испускания, которую можно рассчитать по внутреннему диаметру трубы и объему выпускаемого газа, вызывает динамическую плавучесть

газа. Для описания этих особенностей могут применяться эмпирические формулы (VDI 1985; Venkatram and Wyngaard 1988). Необходимо подчеркнуть, что термическая и динамическая плавучесть газа зависит не от массы конкретного загрязняющего вещества, а от общей массы газа.

К метеорологическим параметрам, влияющим на рассеивание загрязняющего вещества, относятся скорость и направление ветра, а также вертикальная температурная стратификация. Концентрация загрязняющего вещества обратно пропорциональна скорости ветра. В основном это связано с высокой скоростью движения транспорта. Более того, с возрастанием скорости ветра растет и турбулентное смешивание. Поскольку так называемые инверсии (т.е. ситуации, когда температура возрастает с увеличением высоты) препятствуют турбулентному смешиванию, максимальные поверхностные концентрации наблюдаются при высокой стабильности стратификации. Напротив, конвекционные явления усиливают вертикальное смешивание и, следовательно, показатели концентрации оказываются в этих случаях самыми низкими.

Стандарты качества воздуха - например, среднегодовые цифры или 98 перцентилей (percentiles) - обычно основаны на данных статистики. Следовательно, требуется серия замеров соответствующих метеорологических параметров за определенное время. В идеале статистика должна опираться на данные наблюдений за десять лет. Если в наличии имеется лишь серия данных за более короткое время, следует убедиться в том, что они являются репрезентативными и на более длительный срок. Этого можно достичь, например, путем анализа серии данных за более длительное время, взятых в других пунктах наблюдения. Исползованные серии метеорологических данных должны также быть репрезентативными для данного места, т.е. должны отражать местные особенности. Это особенно важно по отношению к стандартам качества воздуха, основанным на пиковых фракциях распределения, например, 98 перцентилей (percentiles). Если в наличии не имеется такой серии данных, то для ее расчета может быть использована модель метеорологического потока, как будет описано ниже.

1. Децук В.С. Рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере-Москва:АСТ, 2000. — 125 с.
2. Экологическая ситуация регионов Украины [Электронный ресурс]. <http://www.oeco.ru/t/29>

НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРО- МЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

*Харьковский национальный экономический
университет*

*Ст. Н.В. Гнидаш
Рук.: доц. А.В. Дорохов*

Одной из важнейших экологических проблем современности является быстрое ухудшение состояния атмосферного воздуха вследствие антропогенного воздействия. Основным фактором, влияющим на изменение качественного состава атмосферы является влияние загрязняющих веществ, попадающих в ее состав в концентрациях, превышающих допустимые нормы. Особую актуальность проблема ухудшения состояния качественного состава атмосферы приобретает в промышленных центрах.

Состояние окружающей среды в промышленных регионах Украины, как и раньше, остается сложным. Оживление экономики уже сейчас грозит обострением экологической обстановки в стране. Очевидно, что традиционная модель экономического роста до настоящего времени исчерпала свои возможности и может быть охарактеризована как экологически неустойчивая. Меры, предпринимаемые на протяжении уже не одного десятилетия, попытки решить экологические проблемы в промышленности с помощью административно-правовых и экономических методов государственного регулирования не привели к заметному улучшению состояния окружающей среды и стали фактором ослабления экономической устойчивости предприятий. Очевидна необходимость принципиально новых подходов к решению экологических проблем, позволяющих обеспечить сочетание экономической и экологической устойчивости промышленных предприятий. Опыт зарубежных и ряда отечественных предприятий свидетельствует о том, что обеспечить такое сочетание позволяет экологический менеджмент. Только за счет повышения технологической дисциплины и общей культуры производства новейшие подходы управления промышленным предприятием предоставят возможность значительно уменьшить природое-

мкость производства и сократить негативное воздействие на состояние окружающей среды.

Однако, до сих пор сущность экологического менеджмента не нашла должного отражения как в экономической науке, что заключается в отсутствии достаточной научно-методического обеспечения данного типа управления и работ, рассматривающих экологический менеджмент как фактор эколого-экономической устойчивости промышленного предприятия, так и в практическом применении, а именно внедрение на промышленных предприятиях. Однако именно этот тип управления является необходимым для обеспечения экономически выгодного и экологического безопасного функционирования предприятий.

Промышленное предприятие должно реализовывать только экологически безопасную экономическую деятельность. В качестве такой понимают деятельность, которая удовлетворяет экологическим требованиям, закрепленным юридическими нормами. Иными словами, предприятие должно использовать только то сырье, материалы, энергию, реализовывать только те средства производства и технологические процессы, использовать только те транспортные схемы, которые не оказывают или оказывают минимальное негативное воздействие на окружающую среду. Однако, на данном этапе развития промышленности в Украине, нет должного слаженной связи между экономической и экологической деятельностью предприятия, необходимой для улучшения состояния окружающей среды. Это обусловлено не только нежеланием предприятий перехода на более экологически безопасный, однако менее экономически выгодный уровень функционирования, но и недостаточностью информационного обеспечения, что дало бы возможность налаживания производства оптимально удовлетворяющего требования предприятия по экономической прибыли и безопасности экологического состояния.

Использование современных информационных технологий на предприятиях позволит значительно сократить время, которое занимает учет и анализ полученной информации, оптимизировать работу сотрудников, занимающихся мониторингом и созданием отчетностей по полученным данным, и предоставит предприятиям возможность использования экологического менеджмента в процессе осуществления своей деятельности.

1. Шапоренко О.И. Экологический менеджмент-Москва: АСТ, 2000. — 322 с
2. Экологическая ситуация регионов Украины [Электронный ресурс]. — Режим доступа до ресурсу: http://www.5ka.su/ref/ecology/0_object12777.html
3. Моніторинг навколишнього середовища [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.osvita.org.ua/referat/ecology/30/>

Для заметок

Наукове видання

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ ТА ЇХ ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Тези доповідей

ХІІ регіональної наукової студентської конференції

(25-26 квітня 2012 року)

Відповідальний за випуск проф. А.О. Мамалуй

В авторській редакції

Підп. до друку 29.03 2012 р. Формат 60х84 1/16 Папір офіс-
ний.

Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 7,4. Наклад 150 прим.
Зам. №163 Безкоштовно. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ “ХПІ”.
Свідоцтво ДК № 116 від 10.07.2000 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня НТУ “ХПІ”, 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21